MITTHEILUNGEN

AUS

DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK

IN TÜBINGEN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. ALBRECHT NAGEL

ORDENTLICHEM PROFESSOR DER AUGENHEILKUNDE UND VORSTANDE DER OPHTHALMIATRISCHEN KLINIK AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

ERSTES HEFT.

MIT 2 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 23 HOLZSCHNITTEN.

TÜBINGEN, 1880.

VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

Druck von H. Laupp in Tübingen.

Vorwort.

Mit dem vorliegenden Hefte eröffne ich eine Reihe ophthalmologischer Mittheilungen, welche theils von mir, theils von Assistenten und Zuhörern der hiesigen ophthalmiatrischen Universitätsklinik bearbeitet sind und zu deren Abfassung die Klinik und die in derselben gehaltenen Lehrvorträge Material und Anlass geliefert haben. Es sind nicht ausschliesslich klinische Mittheilungen im engeren Sinne, sondern neben Arbeiten aus dem Gebiete der Nosologie und Therapie der Augenkrankheiten, auch einige zu derselben in Beziehung stehende physiologische, experimentelle und theoretische Arbeiten, zu denen die tiefer dringende klinische Forschung ja oft genug Aufforderung bietet.

Der Werth derartiger Mittheilungen schien mir erhöht zu werden, wenn das was gleichem Boden entsprossen ist und vielfach in innerem Zusammenhange steht, auch äusserlich vereinigt bleibt, anstatt in Journalen, Dissertationen und anderen Separatpublicationen zerstreut zu werden. Aus diesem Grunde habe ich einige in letzter Zeit entstandene Arbeiten in dem gegenwärtigen Hefte gesammelt und gedenke diese Publicationen während einiger Jahre fortzusetzen. Zugleich hoffe ich auf solche Weise Gelegenheit zu erhalten an der Hand statistischer Zusammenstellungen einen Ueberblick zu geben über die therapeutischen Grundsätze, welche in der Klinik befolgt werden, über die Operationsmethoden, welche geübt und die Erfolge welche erzielt worden sind.

Von den im ersten Hefte enthaltenen Arbeiten stammt eine, die von Dr. Rembold, nicht unmittelbar aus unserer Klinik; ich habe sie aufgenommen, wegen des engen Zusammenhanges mit einer grösseren Arbeit über Störungen der Pupillarbewegung bei Allgemeinerkrankungen des Organismus, welche Dr. Rembold als Beantwortung einer von der hiesigen medicinischen Fakultät gestellten Preisaufgabe zur Zeit seines Besuches der ophthalmiatrischen Klinik verfasst hat und welche in abgekürzter Form in einem der nächsten Hefte publicirt werden soll.

Im November 1879.

N.

Inhalt.

Seite

Vorwort III

Nagel, Die optische Vergrösserung durch Linsen und einfache Linsencombinationen mit Rücksicht auf Brillenwirkung und ophthalmoskopische Vergrösserung (mit 6 Holzschnitten) . . 1

H. Schliephake, Ueber die Einwirkung des Muscarins auf das menschliche Auge 51

H. Bisinger, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Accommodation und Convergenz der Blicklinien (mit 6 Holzschnitten) 58

Nagel, Zusätzliche Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit von Dr. Bisinger 108

Schleich, Angebornes Colobom der Augenlider (hiezu Tafel I) 114

Schleich, Ophthalmoskopische Beobachtung cilioretinaler Blutgefässe (mit 9 Holzschnitten) 131

Schleich, Primäres partiell melanotisches endotheliales Sarcom des Ciliarkörpers (hiezu Tafel II und 1 Holzschnitt) 143

E. Schlegel, Ueber das Eserin als Heilmittel gegen Glaukom . 159

Schleich, Die Absorptionsspectren kobaltblauer Gläser (mit 1 Curventafel) 204

Schleich, Rasche Heilung einer Amaurose mit weisser Verfärbung der Sehnerven 216

Rembold, Ein Fall von Chloroformintoxication per stomachum nebst Bemerkungen über das Verhalten der Pupillen in der Chloroformnarkose 221

Nagel, Ueber den ophthalmoskopischen Befund in myopischen Augen 231

Nagel, Ueber die Bezeichnung dioptrischer Werthe und der Beträge symmetrischer Convergenzbewegungen nach metrischen Mass-Einheiten 232

Die optische Vergrösserung durch Linsen und einfache Linsencombinationen mit Rücksicht auf Brillenwirkung und ophthalmoskopische Vergrösserung.

Von

Prof. **A. Nagel.**

Den Ausgangspunkt für die vorliegenden Untersuchungen haben praktisch-augenärztliche Fragen gebildet, vor Allem die Frage der Diagnose der Axenlänge und überhaupt des optischen Baues des lebenden Auges. Es genügt heute oft nicht mehr, den Refractionszustand des erkrankten Auges zu kennen; für zahlreiche Fälle muss sich die klinische Analyse das Ziel setzen, die Ursache der vorhandenen Refractionsanomalie aufzudecken, d. h. die Dimensionen des individuellen Auges, die Brennweiten des dioptrischen Apparates, die Krümmung der wichtigsten Trennungsflächen der optischen Medien festzustellen und zwar dies, wenn möglich, mit einfachen, dem Arzte zugänglichen Mitteln, zu denen zum Beispiel die Anwendung des Ophthalmometers nicht mehr gerechnet werden darf. Genauere Bestimmungen der Netzhautbildgrösse, des blinden Fleckes im Sehfelde, der ophthalmoskopischen Vergrösserung, gewähren uns die Mittel, diesem Ziele wenigstens etwas näher zu kommen. Bei dem Studium dieser Fragen und bei der systematischen Bearbeitung derselben für das von Graefe und Saemisch herausge[illegible]e Handbuch der gesammten Augenheilkunde stiess [illegible] Na[illegible] manche Lücken in den bisherigen Bearbeitungen des [illegible]tandes; namentlich empfand ich als ein Hemmniss den [illegible]gel an strenger Behandlung der immer wiederkehrenden Grundfrage der optischen Vergrösserung durch dioptrische

Systeme und scharfer Formulirung der für diese geltenden Gesetze unter Berücksichtigung des verschiedenen Baues der Augen. Diese Lücke auszufüllen ist für einen Ophthalmologen eine etwas fern liegende, jedenfalls eine wenig einladende Aufgabe; allein ich musste mich, da mir die Nothwendigkeit evident schien, wohl oder übel entschliessen, sie mit den mir zu Gebote stehenden mathematischen Mitteln in Angriff zu nehmen. Die Resultate meiner Untersuchungen habe ich mit kurzer Ableitung in dem eben genannten Werke angeführt; hier gebe ich dieselben ausführlicher, in der Hoffnung, Manchem, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, ein Stück Arbeit zu ersparen. Ich begnüge mich, an dieser Stelle die allgemeinen Gesetze der optischen Vergrösserung durch Linsen und eineinfachste Linsencombinationen abzuleiten, und werde der Anwendung auf ophthalmologische Fragen nur beiläufig Erwähnung thun; für die ophthalmoskopische Vergrösserung sollen wenigstens die nächstliegenden Consequenzen gezogen werden.

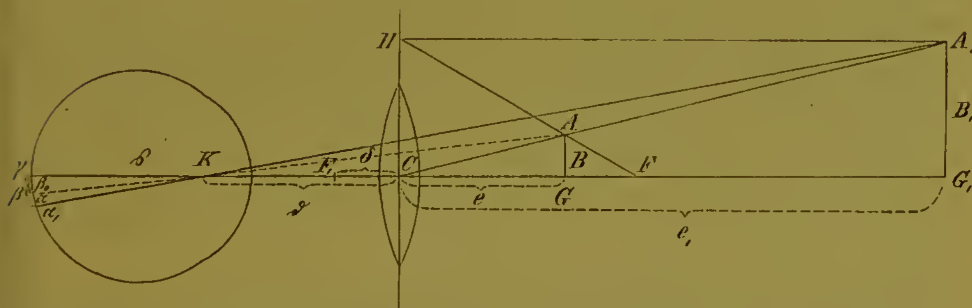
§ 2. In welcher Vergrösserung erscheint, durch eine Loupe gesehen, ein in bestimmtem Abstande vom Auge und von der Loupe befindlicher Gegenstand? Oder allgemeiner: In welcher Grösse erscheint, durch ein bestimmtes sphärisches, positives oder negatives, Glas gesehen, ein in bestimmter Stellung befindlicher Gegenstand? Obgleich die Beantwortung dieser Frage mit den einfachsten Mitteln der Mathematik zu bewerkstelligen ist, findet sie sich doch meines Wissens nirgends in solcher Allgemeinheit und Schärfe, als es für den Ophthalmologen wünschenswerth ist. Der Physiker begnügt sich, die Vergrösserung für ein ideales Auge anzugeben, das auf den Abstand der sog. deutlichen Sehweite eingestellt ist. Der Ophthalmolog hat es mit bestimmten individuellen Augen zu thun, und es wird sich zeigen, dass bei verschiedenem Bau und verschiedener Refraction derselben die Vergrösserung keineswegs die gleiche ist. Die allerdings sehr einfachen Angaben der physikalischen und physiologischen Lehrbücher beziehen sich in der That nur auf ganz specielle Fälle; vergebens suchen wir nach dem allgemeinen Gesetze, welches alle praktisch wichtigen Einzelfälle in sich schliesst. Im Nachfolgenden versuche

ich, diese Lücke insoweit zu ergänzen, als meines Erachtens das Bedürfniss des Ophthalmologen es fordert. Möglichste Allgemeinheit ist geboten; allein eine Schranke wird gesetzt durch die Nothwendigkeit, trotz der Mannigfaltigkeit im Bau der Augen möglichst einfache Gesetze zu formuliren.

Dem Probleme der Loupenvergrösserung haftet eine Schwierigkeit an. Es ist kein einfach physikalisches Problem, sondern es kommen physiologische Thätigkeiten des Sehorgans dabei in Betracht, z. B. die Accommodation, und sogar eine Thätigkeit, die als eine psychische betrachtet werden muss, — die Localisirung des nach aussen projicirten Netzhautbildes im Raume. Dieser Umstand erschwert die Gewinnung allgemein gültiger einfacher Resultate und nöthigt vor Allem, eine Scheidung zwischen dem physikalischen und dem physiologischen Theile des Problems vorzunehmen. Hiezu wird uns die folgende Betrachtung führen.

§ 3. Eine Convexlinse entwirft von Objecten, welche innerhalb ihrer Brennweite liegen, ein virtuelles aufrechtes Bild, für welches ein hinter derselben befindliches Auge, um scharf zu sehen, sich im Allgemeinen accommodiren muss. Das virtuelle Bild liegt auf derselben Seite der Linse, auf welcher das Object liegt, und ist um so grösser, je ferner es ist, je näher also das Object am Brennpunkte sich befindet.

Fig. 1.



In Figur 1 sei AG das durch die Loupe gesehene Object. Die Lage und Grösse des Bildes findet man leicht geometrisch durch die bekannte Gauss'sche Construction, indem man von

dem Objectpunkte A aus 1) einen Richtungsstrahl zieht durch den Hauptpunkt derselben Seite *) und 2) eine durch den Brennpunkt F derselben Seite gehenden Gerade bis zur 1. Hauptebene, sodann von dem Schnittpunkte H aus eine Gerade parallel der Axe. Wo die Parallele den Richtungsstrahl CA_1 trifft, liegt das Bild von A. Die Bildgrösse ergiebt sich aus der Aehnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke CAG und CA_1G_1, ebenso auch aus der allgemeinen Relation für das Bildgrössenverhältniss einer Linse: $\frac{y_1}{y} = \frac{x_1}{x} = \frac{\varphi}{x_1 - \varphi}$ wenn $x\ x_1$ die conjugirten Brennweiten sind, $y\ y_1$ die Bildgrössen, φ die Brennweite der Linse. $CG = e$ und $CG_1 = e_1$ sind conjugirte Bildweiten in Bezug auf die Linse, deren optisches Centrum C ist, deren Brennweite $CF = f$ ist. Daher ist

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{e_1} = \frac{1}{f}$$

und

$$e = \frac{fe_1}{f + e_1},\ e_1 = \frac{fe}{f - e}.$$

Wird das Object AG mit B, das Bild A_1G_1 mit B_1 bezeichnet, so ist das Bildverhältniss

$$\frac{B_1}{B} = \frac{e_1}{e} = \frac{f}{f - e} = \frac{f + e_1}{f} = 1 + \frac{e_1}{f} \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

$V = \frac{B_1}{B}$ hat man als die lineare Vergrösserung der Loupe bezeichnet, und in dem Ausdrucke $V = 1 + \frac{e_1}{f}$ dem Bildabstande e_1 einen constanten Werth, den der sog. deutlichen Sehweite beigelegt, die man zu 8—10 Zoll oder zu 25 Cm. angenommen hat. Hienach schreibt man z. B. einer Linse von 5 Centimeter Brennweite für $e_1 = 20$ Cm. eine 5malige lineare Vergrösserung zu, da $\frac{5 + 20}{5} = 5$. Dies ist also das Li-

---

*) Zur Vereinfachung soll für die folgenden Ableitungen die Linse als sehr dünn betrachtet werden, so dass der gegenseitige Abstand der beiden Hauptpunkte vernachlässigt werden und beide Hauptpunkte als im optischen Centrum zusammenfallend angenommen werden dürfen. Sehr leicht ist es, wenn es erforderlich wird, auf den allgemeinen Fall zurückzugehen.

nearverhältniss zwischen Object und optischem Bilde für den bestimmten Fall, dass das Object in solche Entfernung von der Linse gebracht wird, dass das virtuelle Bild im Abstande e_1 unterworfen wird — denn der Abstand e des Objects von der Linse ist, wenn f und e_1 gegeben sind, dadurch fest bestimmt. Für das eben erwähnte Beispiel ist $e = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4$ Cm.

§ 4. Offenbar kann diese Lösung der Frage nicht befriedigen, denn man erfährt bestenfalls nur, welches die lineare Vergrösserung ist bei einem bestimmten Objectabstande, welchen einzuhalten keine Nöthigung vorliegt, der bei jeder Loupe ein anderer ist und jedenfalls nicht der maximalen Vergrösserung, welche die Loupe liefern kann, entspricht. Welches ist die Vergrösserung für andere Objectabstände, insbesondere den Brennpunktsabstand? Nichts ist leichter, als für jeden Objectabstand den conjugirten Bildabstand und die Bildgrösse zu berechnen. Allein die einfachste Beobachtung lehrt, dass dies Linearverhältniss der optischen Bilder keineswegs die gesehene Vergrösserung ausdrückt. Die Grösse des optischen Bildes kann für jede Linse in's Unendliche gesteigert werden, wenn das Object bis in den Brennpunkt geführt wird, jedoch wächst die g e s e h e n e G r ö s s e keineswegs ins Colossale; ja von einem unendlich grossen, in unendlicher Ferne befindlichen Bilde können wir uns nicht einmal eine Vorstellung machen. Das physikalische Gesetz ist hier also nicht massgebend, das physikalisch entworfene Bild ist nicht das gesehene Bild. Man scheint ehedem geglaubt zu haben, dass, wenn man von einem dem Auge sehr nahe befindlichen Objecte ein Bild in grösserem Abstande sehen wolle, es durchaus nöthig sei, i n d i e s e m A b s t a n d e ein virtuelles Bild des Objectes zu entwerfen. Man wusste nicht oder beachtete nicht, dass auch bei völliger Abspannung der Accommodation, also bei Einrichtung auf den Fernpunktsabstand unter dem Einfluss gewisser Umstände das gesehene Bild in eine geringe Entfernung verlegt werden kann.

Auch die vielfach gemachte Angabe, dass das durch die Loupe gesehene Bild stets in eine bestimmte, in allen Fällen

gleiche Entfernung, die sog. deutliche Sehweite oder Projectionsweite verlegt wird, steht mit den Thatsachen in entschiedenem Widerspruche. Die Beobachtung, insbesondere Vergleichung bei binocularem Sehen lehrt, dass das durch die Loupe bei verschiedenen Stellungen des Objectes und bei verschiedenen Einstellungen des Auges gesehene Bild unter gewöhnlichen Umständen in eine nicht nur bei verschiedenen Individuen ungleiche, sondern auch bei demselben Individuum wechselnde, aber doch in ziemlich engen Grenzen wechselnde Entfernung verlegt wird, und dass nach dieser Entfernung, welche ich die Scheinentfernung nenne, sich die vorgestellte Grösse oder Scheingrösse*) richtet. Uebrigens ist das Urtheil über den scheinbaren Ort der Loupenbilder keineswegs ein sicheres und zweifelloses, sonst könnte beispielsweise Mauthner nicht, von allem Früheren abweichend, die Angabe machen, durch die Loupe werde das Object vergrössert an seinem wahren Orte gesehen**). Es wird daher zweckmässig sein, einen Versuch hier anzuführen, welcher nach beiden Seiten hin bestimmte Entscheidung liefert.

Führt man hinter einer vor dem Auge befindlichen Convexlinse ein Object, z. B. eine Schriftprobe, innerhalb des Accommodationsspielraumes vor- und rückwärts in der Richtung der Gesichtslinie, so ändert sich die scheinbare Grösse und die scheinbare Lage des gesehenen Bildes in verschiedener Weise. Es sind drei Fälle zu unterscheiden:

1) Wenn die Convexlinse dem Auge ziemlich nahe steht, so dass der Abstand kürzer ist als die Brennweite der Linse, so bemerkt man deutlich die Verschiebung des Sehobjectes in der Richtung, wie sie wirklich stattfindet, mit Vergrösserung beim Nähertreten, mit Verkleinerung beim Zurücktreten. Die Bewegung erscheint um so deutlicher, je näher die Linse dem Auge steht.

2) Wenn die Linse weiter als um ihre Brennweite vom

---

*) Was ich hier Scheingrösse nenne, Förster und Aubert geschätzte Grösse nennen, ist also sehr verschieden von der scheinbaren Grösse, welche durch den Gesichtswinkel gemessen wird.

**) Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges pag. 292.

Auge entfernt ist, so erscheinen die Bewegungen des Objectes der Wirklichkeit entgegengesetzt. Wird das Object gegen das Auge hingeschoben, so scheint es zurückzuweichen und kleiner zu werden; wird es entfernt, so scheint es sich zu nähern und grösser zu werden. Diese Bewegung und Grössenänderung ist um so deutlicher, je weiter die Linse über ihre Brennweite hinaus entfernt ist.

3) Zwischen den Nahe- und Fernstellungen der Linse giebt es eine bestimmte mittlere Stellung, in welcher das Object bei allen Vor- und Rückwärtsbewegungen still zu stehen und seine Grösse unverändert beizubehalten scheint. Ich habe die Stellung, in welcher dies stattfindet, experimentell festzustellen gesucht und gefunden, dass es die Stellung ist, bei welcher der Brennpunkt der Linse etwa 7—8 mm hinter der Cornea liegt, also ungefähr mit dem Knotenpunkte des Auges zusammenfällt.

An anderem Orte (l. c. p. 324) habe ich nachgewiesen und komme auch unten in § 20B. darauf zurück, dass das Constantbleiben, resp. die Veränderung der Scheingrösse und Entfernung des Loupenbildes in genauem Zusammenhange steht mit dem Constantbleiben und der Veränderung des Gesichtswinkels, unter welchem das Object gesehen wird.

Auf die Erklärung der Erscheinungen beabsichtige ich hier nicht näher einzugehen; der Versuch soll an dieser Stelle nur den Beweis liefern, dass das durch die Loupe gesehene Bild weder in dem constanten Abstande der deutlichen Sehweite, noch im wahren Abstande des Objectes selbst liegt, und dass nicht Zufall oder Willkür, sondern ein Gesetz die Scheinentfernung und damit die Scheingrösse des Loupenbildes regelt. Gewinnen wir durch den angeführten Versuch die Kenntniss der relativen Scheinentfernungen des Loupenbildes bei Aenderung im Abstande der Loupe, so ist uns doch das Gesetz für die absolute Entfernung unbekannt, und es ist wahrscheinlich, dass bei diesem Gesetze andere als physikalische Verhältnisse eine Rolle spielen. Hienach erscheint es denn geboten, die Scheingrösse des Loupenbildes, welche wir übrigens weder zu messen, noch zu berechnen im Stande sind, welche ausserdem für den Nutzen

der Vergrösserung gleichgültig ist, ganz aus dem Spiele zu lassen und zunächst getrennt davon die physikalische Wirkung der Loupe festzustellen.

Für die Localisation des Loupenbildes ist noch ein Umstand von Bedeutung, den ich wenigstens kurz andeuten will. Durch die Loupe werden die Knotenpunkte des Auges verschoben, oder — allgemeiner ausgedrückt — das aus Auge und Loupe combinirte dioptrische System hat Cardinalpunkte von ganz anderer Lage als das Auge für sich allein. Wie verhält sich dabei der Kreuzungspunkt der Richtungslinien oder Projectionslinien, durch welchen hindurch das Auge das empfangene Netzhautbild nach aussen projicirt? Während er im unbewaffneten Auge mit dem hinteren Knotenpunkte, welcher dem inneren Aehnlichkeitscentrum für Object und Bild sehr nahe liegt, annähernd zusammenfällt, muss es sich im bewaffneten Auge bei stark dislocirtem Knotenpunkte anders verhalten. Wenn ein Auge nur vorübergehend einer Loupe sich bedient, wird die Projection ohne Zweifel gewohnheitsgemäss ungefähr durch den 2. Knotenpunkt des unbewaffneten Auges erfolgen. Anders jedoch, wenn ein Auge dauernd mit einem Glase, z. B. bei Aphakie mit einer Staarbrille, bewaffnet ist. Ein solches Auge sieht nicht mehr oder nicht mehr in gleichem Grade wie anfangs, die Gegenstände vergrössert; es lernt richtig localisiren, sieht die Objecte wenigstens annähernd in ihrer wahren Grösse und Entfernung. Dies kann nur geschehen durch Dislocation des früheren Projectionscentrums in der Richtung gegen das momentan geltende Aehnlichkeitscentrum für das combinirte dioptrische System*). Convexgläser verschieben das letztere nach vorne, Concavgläser nach hinten. Die als Staarglas dienende Loupe vergrössert das Netzhautbild, vergrössert auch den Gesichtswinkel; aber die gesehene Grösse braucht nicht nothwendig von der wahren abzuweichen, ein Grund mehr, die optische Vergrösserung nicht nach der gesehenen Grösse zu beurtheilen.

§ 6. Zweck und Effect der Benutzung der Loupe ist, kleine Objecte in vermehrter scheinbarer Grösse, d. h. unter grösserem Gesichtswinkel zu sehen, von ihnen grössere Netzhautbilder zu gewinnen, als mit blossem Auge möglich ist, um dadurch das Erkennen feinerer Details des Sehobjectes zu ermöglichen. Mit vollem Rechte hat Mauthner hervorgehoben, dass es für die Distinction vollkommen gleichgültig ist, in welche Entfernung das subjective Bild verlegt wird, und dass der Nutzen der Vergrösserung sich lediglich nach dem

---

*) cf. Nagel, das Sehen mit zwei Augen und die Lehren von den identischen Netzhautstellen. pag. 117.

Verhältniss der Grösse der feinsten Details im scharfen Netzhautbilde zu den percipirenden Netzhautelementen bemisst. Die eigentliche Aufgabe ist es demzufolge die Vergrösserung des Netzhautbildes bei Anwendung der Loupe zu bestimmen. Da dies wegen der Abhängigkeit der Netzhautbildgrösse nicht bloss von der Refraction, sondern auch vom optischen Bau des Auges, etwas umständlich ist, wird es für viele Zwecke auch genügen und jedenfalls einfacher sein, die Vergrösserung des Gesichtswinkels zu bestimmen. Es fragt sich nun, welches Netzhautbild, welcher Gesichtswinkel zur Vergleichung dienen soll mit dem bei Benutzung der Loupe entstehenden Netzhautbilde und Gesichtswinkel, welche Entfernung des mit freiem Auge gesehenen Objectes zur Vergleichung herangezogen werden soll. Zunächst kann man den Fall in Betracht ziehen, dass das mit unbewaffnetem Auge gesehene Object sich in demselben Abstande vom Auge befindet, wie bei Benutzung der Loupe. Hiebei besteht jedoch ein doppelter Uebelstand. Einmal ist in der grossen Mehrzahl der Fälle das unbewaffnete Auge gar nicht im Stande, für so nahe Abstände zu accommodiren, und man vergleicht demnach mit einem unmöglichen Falle. Sodann kommt bei diesem Vergleiche die Wirkung der Loupe nicht genügend zum Ausdruck; denn ein wesentlicher Dienst, den die Loupe leistet, ist gerade der, dass beim Sehen durch dieselbe die Objecte sehr nahe genommen werden können und dadurch allein schon Netzhautbild und Gesichtswinkel eine starke Vergrösserung erfahren, obgleich die Accommodation in Ruhe bleibt.

Man kann nun zweitens zum Vergleiche einen Abstand wählen, in welchem das Object wirklich scharf gesehen werden kann, und zwar nicht bloss momentan bei äusserster Anstrengung der Accommodation, sondern mit einiger Ausdauer, welche daher zur Beobachtung feiner Objecte thatsächlich benutzt wird. In dieser Hinsicht finden freilich nach Alter, Sehschärfe, Refraction, Gewohnheit grosse Unterschiede statt, und wenn man allgemein vergleichbare Zahlen für die Vergrösserung gewinnen will, ist es nothwendig, einen mittleren

durchschnittlichen Abstand — z. B. 25 Centimeter — als »deutliche Sehweite« festzusetzen, für welche im mittleren Lebensalter einem normalen Auge müheloses anhaltendes Scharfsehen möglich ist. In diesem Sinne ist der Ausdruck »deutliche Sehweite« zu verstehen, dem man in neuerer Zeit jede Bedeutung hat absprechen wollen. Der Begriff der deutlichen Sehweite entbehrt in der That der Realität, wenn man darunter eine allgemein constante Projectionsweite für die mit optischen Hülfsmitteln gewonnenen subjectiven Bilder versteht, und ebensowenig Bedeutung hat er, wenn man darunter den Abstand versteht, in welchen das durch die Loupe zu entwerfende virtuelle Bild gebracht werden muss. Eine sehr reelle Bedeutung jedoch hat die deutliche Sehweite in dem Sinne, dass für dieselbe anhaltende Verwendbarkeit des freien Auges, zunächst bei monocularem Sehen, für kleine Objecte stattfindet. Allerdings hat jedes individuelle Auge seine eigene deutliche Sehweite in solchem Sinne, und es ist nur ein — allerdings schwer zu entbehrender — Nothbehelf, wenn man bei allgemeinen Betrachtungen einen Mittelwerth annimmt, der natürlich immer der Willkür unterworfen bleibt.

Jeder der beiden bezeichneten Vergleiche hat seine Berechtigung und seinen Nutzen, was sich insbesondere bei der Anwendung auf gewisse Specialfälle herausstellen wird; für beide soll daher der allgemeine Ausdruck für die Loupenvergrösserung festgestellt werden. In welcher Beziehung die für beide Fälle gefundenen Vergrösserungen zu einander stehen, darauf komme ich noch zurück.

§ 7. Ich beginne damit, das Sehen mit freiem Auge und mit der Loupe auf gleichen Abstand des Sehobjectes zu vergleichen.

Das Auge, dessen Knotenpunkt K (s. Figur 1) und dessen vorderer Brennpunkt F_1 ist (bei ruhender Accommodation), befindet sich in solcher Stellung hinter der Linse, dass die Axen zusammen fallen. Der Abstand KC sei = $\mathfrak{d}$, der Abstand $F_1C = \delta$. Wenn das durch die Loupe entworfene virtuelle Bild sich in geringerem Abstande als dem des Fernpunktes des Auges befindet, dieses sich daher accommodiren muss, so er-

leidet der Knotenpunkt des Auges eine Verschiebung nach vorne, der vordere Brennpunkt eine Verschiebung nach hinten, und damit ändern sich nicht bloss die Brennweiten (φ_1 und φ_{11}) und die Knotenpunkt-Netzhaut-Distanz ($\mathfrak{s}$) des Auges, sondern auch die von jenen beiden Punkten aus gemessenen Loupenabstände $\mathfrak{d}$ und δ. Die Aenderung dieser Werthe ist im Verhältniss zu den sonst in Betracht kommenden Abständen so geringfügig, dass sie unberücksichtigt bleiben darf, wenn es sich um die Bestimmung des Gesichtswinkels handelt, nicht aber, wenn man die Netzhautbildgrösse mit einiger Genauigkeit bestimmen will. Um nicht durch complicirtere Ausdrücke die Uebersichtlichkeit zu erschweren, sollen die veränderten Werthe von $\mathfrak{d}$, δ, φ_1, $\mathfrak{s}$ durch Beifügung von Sternen, und zwar eines Sternes für schwächere, zweier Sterne für stärkere Accommodation, angedeutet werden. Die veränderten Werthe sollen später bestimmt werden; bei geringeren Anforderungen an die Genauigkeit wird man die Sterne unberücksichtigt lassen dürfen.

Der Fernpunkt des Auges habe eine beliebige Lage jenseits des durch die Loupe entworfenen virtuellen Bildes. Um durch die Loupe hindurch das Object AG = B scharf zu sehen, muss das Auge für den Abstand des virtuellen Bildes A_1G_1 accommodirt sein. Dann gilt für das Netzhautbild β und das Bild $A_1G_1 = B_1$ das Verhältniss

$$-\frac{\beta}{B_1} = \frac{\varphi_1{}^*}{e_1 + \delta^*}$$

Für das Verhältniss zwischen Object und Bild gilt $\frac{B_1}{B} = \frac{e_1}{e}$ (s. ob. § 3). Durch Einführung des daraus sich ergebenden Werthes $B_1 = \frac{Be_1}{e}$ wird

$$-\frac{\beta}{B} = \frac{e_1\varphi_1{}^*}{e(e_1 + \delta^*)}$$

Dies ist das Grössenverhältniss zwischen dem Objecte AG und seinem Netzhautbilde $\alpha_1\,\gamma$, von welchem letzteren die Endpunkte durch die Richtungslinien $A_1K^*\alpha_1$ und $G_1K^*\gamma$ gegeben sind. (Die Verschiebung des Knotenpunktes bei der Accommodation ist in der Figur nicht berücksichtigt).

Das ohne Benutzung der Loupe unter verstärkter Accommodationsanspannung auf der Netzhaut entstehende Bild von AG wird construirt durch die Richtungslinie $AK^{**}\alpha$. Für das Bild $\alpha\gamma$, welches β_0 genannt werden soll, gilt die Relation

$$-\frac{\beta_0}{B} = \frac{\varphi_1^{**}}{e + \delta^{**}}$$

Werden die beiden letzten Gleichungen durch einander dividirt, so findet man als das Verhältniss der Bildgrössen im bewaffneten und freien Auge oder als Vergrösserung des Netzhautbildes

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1^{*}e_1(e + \delta^{**})}{\varphi_1^{**}e(e_1 + \delta^{*})} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

§ 8. Bisher war für das Bildverhältniss in Beziehung auf zwei conjugirte Bildweiten x_1 x_{11} die Relation $\frac{y_{11}}{y_1} = \frac{\varphi_1}{x_1 - \varphi_1}$ benutzt worden; es kann aber auch die durch die Knotenpunkts-Abstände ausgedrückte Relation $\frac{y_{11}}{y_1} = \frac{x_{11} - \rho}{x_1 + \rho}$ (wo $\rho = \varphi_{11} - \varphi_1$ die Differenz der Brennweiten ist) angewendet werden.

Nach dieser Relation und ebenso geometrisch aus der Aehnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke, deren Spitze in K liegt, ergiebt sich

$$-\frac{\alpha_1\gamma}{A_1G_1} = -\frac{\beta}{B_1} = \frac{\gamma K}{G_1K} = \frac{\mathfrak{s}^{*}}{e_1 + \mathfrak{d}^{*}}$$

wo $\mathfrak{s}^*$ den Knotenpunkt-Netzhaut-Abstand γK, $\mathfrak{d}^*$ den Abstand des Linsencentrums vom Knotenpunkte bedeutet bei der Accommodation auf G_1.

Da $B_1 = \frac{Be_1}{e}$ gefunden wurde, ist

$$-\frac{\beta}{B} = \frac{\mathfrak{s}^{*}e_1}{e(e_1 + \mathfrak{d}^{*})}$$

Ebenso findet man das Bildverhältniss für das bei unbewaffnetem Sehen entstehende Netzhautbild $\alpha\gamma$

$$-\frac{\beta_0}{B} = \frac{\mathfrak{s}^{**}}{e + \mathfrak{d}^{**}}$$

Durch Division der beiden letzten Gleichungen ergiebt sich die Vergrösserungszahl

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^* e_1(e + \mathfrak{d}^{**})}{\mathfrak{s}^{**} e(e_1 + \mathfrak{d}^*)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

§ 9. Eine ähnliche Formel lässt sich für die Vergrösserung des Gesichtswinkels durch die Loupe gewinnen. Bezeichnen wir die Tangente des Gesichtswinkels $\alpha K \gamma = A_1 KG$ für das mit blossem Auge gesehene Object mit ε_0, die Tangente des Gesichtswinkels $\alpha_1 K \gamma = A_1 KG_1$ mit ε, so ist

$$\frac{A_1 G_1}{KG_1} = \varepsilon = \frac{B_1}{e_1 + \mathfrak{d}^*}$$

und da $B_1 = \frac{Be_1}{e}$ ist

$$\varepsilon = \frac{Be_1}{e(e_1 + \mathfrak{d}^*)}$$

Für das Sehen mit unbewaffnetem accommodirendem Auge ist

$$\frac{AG}{KG} = \varepsilon_0 = \frac{B}{e + \mathfrak{d}^{**}}$$

Durch Division der für ε und ε_0 gefundenen Werthe ergiebt sich die Vergrösserungszahl des Gesichtswinkels durch die Loupe

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{e_1(e + \mathfrak{d}^{**})}{e(e_1 + \mathfrak{d}^*)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

(Dieselbe Formel lässt sich auch direct aus der Formel 3) gewinnen, wenn man berücksichtigt, dass $\varepsilon = \frac{\beta}{\mathfrak{s}^*}$ und $\varepsilon_0 = \frac{\beta_0}{\mathfrak{s}^{**}}$, also $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{\beta \mathfrak{s}^{**}}{\beta_0 \mathfrak{s}^*}$ ist).

§ 10. Wir haben nunmehr die Formeln für die Vergrösserungszahlen des Netzhautbildes (in doppelter Form) einerseits, des Gesichtswinkels andrerseits gewonnen, ausgedrückt durch die Grössen e und e_1, welche durch die Relation $\frac{1}{e} - \frac{1}{e_1} = \frac{1}{f}$ mit der Brennweite der Loupe verknüpft sind. Führen wir in diese Formeln den Werth für e_1 ein : $e_1 = \frac{fe}{f - e}$, so lauten sie folgendermassen:

$$
\left.\begin{array}{ll}
\text{a)} & v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1{}^{*} e_1 (e + \delta^{**})}{\varphi_1{}^{**} e (e_1 + \delta^{*})} = \frac{\varphi_1{}^{*} f (e + \delta^{**})}{\varphi_1{}^{**} (f(e + \delta^{*}) - e\delta^{*})} \\
\text{b)} & v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^{*} e_1 (e + \mathfrak{d}^{**})}{\mathfrak{s}^{**} e (e_1 + \mathfrak{d}^{*})} = \frac{\mathfrak{s}^{*} f (e + \mathfrak{d}^{**})}{\mathfrak{s}^{**} (f(e + \mathfrak{d}^{*}) - e\mathfrak{d}^{*})} \\
\text{c)} & V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{e_1 (e + \mathfrak{d}^{**})}{e (e_1 + \mathfrak{d}^{*})} = \frac{f (e + \mathfrak{d}^{**})}{f(e + \mathfrak{d}^{*}) - e\mathfrak{d}^{*}}
\end{array}\right\} \quad . \; . \; . \; 5)
$$

Vernachlässigt man die Differenz zwischen δ, δ^* und δ^{**}, zwischen $\mathfrak{d}$, $\mathfrak{d}^*$ und $\mathfrak{d}^{**}$, so kann die Form dieser Gleichungen so vereinfacht werden, dass sie lauten:

$$
\left.\begin{array}{ll}
\text{a)} & v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1{}^{*}}{\varphi_1{}^{**}} \left(\frac{1}{1 - \frac{e\delta}{f(e+\delta)}} \right) \\
\text{b)} & v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^{*}}{\mathfrak{s}^{**}} \left(\frac{1}{1 - \frac{e\mathfrak{d}}{f(e+\mathfrak{d})}} \right) \\
\text{c)} & V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{1}{1 - \frac{e\mathfrak{d}}{f(e+\mathfrak{d})}}
\end{array}\right\} \quad . \; . \; . \; 6)
$$

Die letzte Formel 6 c.) ist identisch mit dem von Panum*) und Eschricht für die Loupenvergrösserung angegebenen Ausdrucke.

§ 11. Aus den gefundenen Formeln, welche für jedes Auge Geltung haben, das sich auf den Abstand des virtuellen Bildes B_1 einzurichten vermag, ist Folgendes zu entnehmen:

1) Convexgläser vergrössern, Concavgläser verkleinern den Gesichtswinkel.
2) Die Vergrösserung durch Convexgläser nimmt ab mit Zunahme der Brennweite, nimmt zu mit der Brechkraft der Loupe.
3) Die Vergrösserung durch Convexgläser steigt mit Zunahme des Abstandes des Glases vom Auge.
4) Die Vergrösserung durch Convexgläser steigt mit Zunahme des Objectabstandes.
5) Ebenso mit Zunahme des Abstandes des virtuellen Bildes.

---

*) Archiv f. Ophth. Bd. V, 1. p. 12.

§ 12. Wir haben noch die Werthe der Unterschiede zwischen $\mathfrak{d}$, ∂, φ_1 und $\mathfrak{s}$ einerseits und den gleichen mit Sternen versehenen Zeichen andererseits zu ermitteln. Die Buchstaben ohne Sterne beziehen sich auf das in Accommodationsruhe befindliche Auge, die Buchstaben mit einem Stern auf das für den Punkt G_1, den Abstand des virtuellen Bildes, accommodirte Auge; die Buchstaben mit zwei Sternen auf das für den Punkt G, den Abstand des Sehobjectes, accommodirte Auge. Für die Frage der Loupenvergrösserung im engeren Sinne würde es kaum einen Nutzen haben, diese geringen Differenzen zu berechnen, dagegen bedarf man ihrer Kenntniss zur genaueren Feststellung der Wirkung von Brillengläsern auf die Netzhautbildgrösse in Augen verschiedenen Baues, und zu verschiedenen anderen Zwecken.

Um ganz allgemein anwendbare Ausdrücke zu gewinnen, nehmen wir an, dass das Auge eine ganz beliebige Fernpunktslage habe, und bezeichnen den Grad der Ametropie, auf den ersten Hauptpunkt des Auges bezogen, mit $\frac{1}{r} = z^0$. Den reciproken Werth des Abstandes des virtuellen Bildes (in G_1) vom ersten Hauptpunkte des Auges bezeichnen wir mit z^*, den reciproken Werth des Abstandes des Sehobjectes (in G) vom ersten Hauptpunkte des Auges mit z^{**}, so dass

$$z^0 = \frac{1}{r} \qquad z^* = \frac{1}{e_1 + \mathfrak{d} - \rho} \qquad z^{**} = \frac{1}{e + \mathfrak{d} - \rho}.$$

Zur Einrichtung auf den Punkt G_1 ist dann ein Accommodationsaufwand $z^* - z^0$ erforderlich, zur Einrichtung auf den Punkt G ein Aufwand $z^{**} - z^0$, zum Uebergange von G_1 auf G ein Aufwand $z^{**} - z^*$.

Um die Verschiebungen der Cardinalpunkte des Auges, welche durch die Accommodation um einen bestimmten dioptrischen Werth bedingt werden, genau anzugeben, würde man der Kenntniss der sämmtlichen optischen Constanten des betreffenden Auges bedürfen. Es lassen sich jedoch die Werthe zu dem vorliegenden Zwecke mit genügender Annäherung an die Wirklichkeit angeben, wenn man eine den dioptrischen Werth z der Accommodation repräsentirende dünne Linse den Medien des Auges so hinzugefügt denkt, dass ihr zweiter Hauptpunkt mit dem ersten Hauptpunkte des Auges zusammenfällt. Oder, was auf dasselbe herauskommt, man kann sich das in Rede stehende Auge als auf eine brechende Fläche reducirt vorstellen, welche durch die Accommodation eine Krümmungsveränderung erfährt. Dann bleibt die Lage des zweiten Hauptpunktes bei der Accommodation für die Nähe unverändert, was von dem thatsächlichen Verhalten vermuthlich nur um ein sehr Geringes abweichen wird. Die Aenderung des Interstitiums der Haupt- und Knotenpunkte darf als äusserst gering und einflusslos vernachlässigt werden.

Durch Anwendung der allgemeinen Formeln für die Verschiebung der Cardinalpunkte durch Combination von Linsen erhält man für die

Brennweiten des accommodirten Auges $\varphi_1{}^* = \frac{\varphi_1}{1+z\varphi_1}$, $\varphi_{11}{}^* = \frac{\varphi_{11}}{1+z\varphi_1}$, für das Vorrücken des vorderen wie des hinteren Knotenpunktes $K_{11}{}^* = \frac{z\rho\varphi_1}{1+z\varphi_1}$ (wo $\rho = \varphi_{11} - \varphi_1$ gleich der Differenz der Brennweiten ist) und für die Rückwärtsverschiebung des vorderen Brennpunktes $F_1{}^* = \frac{z\varphi_1{}^2}{1+z\varphi_1}$ endlich für das Vorrücken des hinteren Brennpunktes $F_{11}{}^* = \frac{z\varphi_1\varphi_{11}}{1+z\varphi_1}$ (cf. meine Abhandlung in Graefe & Saemisch's Handbuch pag. 337). In diese Ausdrücke braucht an Stelle von z nur der Specialwerth des Accommodationsbetrages gesetzt zu werden.

Der Abstand $\mathfrak{d}$ der Loupe vom Knotenpunkte des Auges verkleinert sich bei der Accommodation für einen nahen Punkt um so viel, als der Knotenpunkt vorrückt; also wird $\mathfrak{d}^* = \mathfrak{d} - K_{11}{}^*$; $\mathfrak{d}^{**} = \mathfrak{d} - K_{11}{}^{**}$ also mit Berücksichtigung der festgesetzten Bezeichnungen für die Accommodationsbeträge

$$\mathfrak{d}^* = \mathfrak{d} - \frac{(z^*-z^0)\rho\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1} \qquad \mathfrak{d}^{**} = \mathfrak{d} - \frac{(z^{**}-z^0)\rho\varphi_1}{1+(z^{**}-z^0)\varphi_1} \quad \ldots \quad 7)$$

Der Abstand δ der Loupe vom vorderen Brennpunkte des Auges vergrössert sich bei der Accommodation um so viel als der vordere Brennpunkt rückwärts rückt, also wird $\delta^* = \delta + F_1{}^*$, $\delta^{**} = \delta + F_1{}^{**}$; mithin

$$\delta^* = \delta + \frac{(z^*-z^0)\varphi_1{}^2}{1+(z^*-z^0)\varphi_1} \qquad \delta^{**} = \delta + \frac{(z^{**}-z^0)\varphi_1{}^2}{1+(z^{**}-z^0)\varphi_1} \quad \ldots \quad 8)$$

§ 13. Es bleiben noch die in den obigen Ausdrücken für die Vergrösserung des Netzhautbildes vorkommenden Factoren $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ zu bestimmen.

In $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ bezeichnet $\varphi_1{}^*$ die vordere Brennweite des Auges im Zustande der Accommodation auf den Punkt G_1, also bei einem Accommodationsaufwande, den wir für Ametropie z^0 z^*-z^0 genannt haben; daher ist, wenn die vordere Brennweite des ruhenden Auges mit φ_1 bezeichnet wird, $\varphi_1{}^* = \frac{\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1}$

$\varphi_1{}^{**}$ ist die vordere Brennweite des mit dem Accommodationsaufwande $z^{**}-z^0$ auf den Punkt G eingerichteten Auges, daher $\varphi_1{}^{**} = \frac{\varphi_1}{1+(z^{**}-z)\varphi_1}$, mithin

$$\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}} = \frac{1+(z^{**}-z^0)\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 9)$$

In dem Factor $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ bezeichnet $\mathfrak{s}^*$ den Abstand des zweiten Knoten-

punktes von der Retina im Zustande der Accommodation auf den Punkt G_1; $\mathfrak{z}^{**}$ den gleichen Abstand bei Accommodation auf den Punkt G. $\mathfrak{z}^*$ ist nun gleich der Brennweite des Auges im Zustande accommodativer Ruhe (φ_1), vermehrt um das Vorrücken des 2. Knotenpunktes durch die Accommodation (K_{11}^*) und den der Ametropie entsprechenden Abstand der Retina vom hinteren Brennpunkte des Auges im Ruhezustande. Letzteren Abstand nennen wir l_{11}, positiv zu nehmen für Myopie, negativ für Hyperopie. Es ist also

$$\mathfrak{z}^* = \varphi_1 + l_{11} + K_{11}^* = \varphi_1 + \frac{z^0\varphi_1\varphi_{11}}{1-z^0\varphi_1\varphi_{11}} + \frac{(z^*-z^0)\rho\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1}$$

oder

$$\mathfrak{z}^* = \frac{\varphi_1(1+z^*\rho+(z^*-z^0)\varphi_1)}{(1-z^0\varphi_1)(1+(z^*-z^0)\varphi_1)}$$

Für $\mathfrak{z}^{**}$, welches der Accommodation $z^{**}-z^0$ auf den Punkt G entspricht, findet man ganz entsprechend

$$\mathfrak{z}^{**} = \frac{\varphi_1(1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1)}{(1-z^0\varphi_1)(1+(z^{**}-z^0)\varphi^1)}$$

Für den Quotienten von $\mathfrak{z}^*$ und $\mathfrak{z}^{**}$ ergiebt sich daher

$$\frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{(1+(z^{**}-z^0)\varphi_1)\ (1+z^*\rho+(z^*-z^0)\varphi_1)}{(1+(z^*-z^0)\varphi_1)\ (1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1)} \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

Aus dem Vergleiche der Werthe für $\frac{\varphi^*}{\varphi^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}}$ geht hervor, dass zwischen beiden folgende Beziehung besteht:

$$\frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \left(\frac{1+z^*\rho+(z^*-z^0)\varphi_1}{1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1}\right)$$

Folgende Specialfälle sind hier zu beachten:

a) $z^0 = 0$ ($r = \infty$) d. h. das Auge ist emmetropisch. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = \frac{1+z^{**}\varphi_1}{1+z^*\varphi_1} \text{ und } \frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{(1+z^{**}\varphi_1)\ (1+z^*\varphi_{11})}{(1+z^*\varphi_1)\ (1+z^{**}\varphi_{11})}$$

b) $z^* = 0$ ($r_1 = \infty$, $e = f$) d. h. das virtuelle Bild liegt in ∞, das Auge ist für parallele Strahlen eingerichtet. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = \frac{1+(z^{**}-z^0)\varphi_1}{1-z^0\varphi_1} \text{ und } \frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{1+(z^{**}-z^0)\varphi_1}{1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1}$$

c) $z^{**} = 0$ ($e = \infty$) d. h. das Sehobject liegt in ∞. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = \frac{1-z^0\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1} \text{ und } \frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{1+z^*\rho+(z^*-z^0)\varphi_1}{1+(z^*-z^0)\varphi_1}$$

d) $z^* = z_0 = 0$ ($r = e_1 = \infty$) d. h. das Auge ist emmetropisch und in Accommodationsruhe befindlich. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = 1 + z^{**}\varphi_1 \text{ und } \frac{\mathfrak{z}^*}{\mathfrak{z}^{**}} = \frac{1+z^{**}\varphi_{11}}{1+z^{**}\varphi_{11}}$$

e) $z^* - z_0$ oder $z^* - z_0 = 0$ ($r = e_1 + \mathfrak{d}$) d. h. das Auge ist ametropisch und in Accommodationsruhe, das Sehobject in dem durch die Loupe dislocirten Fernpunkte. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = 1+(z^{**}-z^0)\varphi_1 \text{ und } \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} = \frac{(1+z^0\rho)\,(1+(z^{**}-z^0)\varphi_1)}{1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1}$$

f) $z^{**} = 0$ und $z^* = z^0$ $(r = e - \infty)$ d. h. das Sehobject liegt in ∞ und das Auge ist in Accommodationsruhe; dann ist das Glas das Correctionsglas der Ametropie und verlegt das virtuelle Bild in den Fernpunktsabstand. Dann ist

$$\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} = 1-z^0\varphi_1 \quad \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} = 1+z^0\rho$$

§ 14. Die allgemeinen Ausdrücke für die Loupenvergrösserung 5 a,b,c) sollen jetzt auf einige Specialfälle angewendet werden.

A. Befindet sich das Sehobject in der Brennebene der Loupe, so wird $e = f$. Dann ist

$$\left.\begin{aligned} &a)\ v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\left(1+\frac{\mathfrak{s}^{**}}{f}\right) \\ &b)\ v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\left(1+\frac{\mathfrak{d}^{**}}{f}\right) \\ &c)\ V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1+\frac{\mathfrak{d}^{**}}{f}. \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 11)$$

Diese Formeln finden Anwendung auf Augen, welche sich für parallele Strahlen einstellen können, also

1. für emmetropische Augen im Zustande accommodativer Ruhe. Da hier $z^0 = z^* = 0$ ist, gelten für $\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ die unter 10 d) angegebenen Specialwerthe.

2. für hyperopische Augen, welche für parallele Strahlen accommodiren. Da hier $z^* = 0$, gelten die für $\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ unter 10 b) angegebenen Specialwerthe.

B. Ist der Abstand der Loupe vom Knotenpunkte des Auges gleich ihrer Brennweite ($\mathfrak{d} = f$, $\mathfrak{s} = f - \varphi_{11}$), der Fall der sog. Fraunhofer'schen Loupe, so ist

$$\left.\begin{aligned} a)\ v &= \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi^*}{\varphi^{**}}\left(1+\frac{e-\varphi_{11}^{**}}{f}\right) \\ b)\ v &= \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\left(1+\frac{e}{f}\right) \\ c)\ V &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1+\frac{e}{f} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 12)$$

Befindet sich zugleich das Sehobject im Brennpunkte der Loupe ($\mathfrak{d} = e = f$), so ist

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\left(2-\frac{\varphi^{**}}{f}\right) = 2\,\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \\ V &= 2. \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 13)$$

C. Wenn die Convexlinse (genauer: der zweite Hauptpunkt derselben) im vorderen Brennpunkte des Auges steht, also $\delta = 0$, $\mathfrak{d} = \varphi_{11}$ ist, und der Unterschied zwischen δ, δ^* und δ^{**} vernachlässigt wird, so ergiebt sich für v der einfache Werth

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 14a.)$$

d. h. die Bildgrössen im bewaffneten und unbewaffneten Auge verhalten sich alsdann wie die Brennweiten des Auges in beiden Fällen.

Auch für $V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ ergibt sich ein einfacher Werth. Da nämlich allgemein $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{\beta}{\beta_0}\,\frac{\mathfrak{s}^{**}}{\mathfrak{s}^*}$ ist, in diesem Falle ($\delta = 0$) also $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\,\frac{\mathfrak{s}^{**}}{\mathfrak{s}^*}$ ist, so ist mit Berücksichtigung von 9) und 10a.)

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{1+z^{**}\rho+(z^{**}-z^0)\varphi_1}{1+z^*\rho+(z^*-z^0)\varphi_1} \quad \ldots\ldots \quad 14b.)$$

D. Auch der Fall $\mathfrak{d} = 0$ verdient in Betracht gezogen zu werden; denn wenn auch die Loupe nicht selbst im Knotenpunkte des Auges aufgestellt werden kann, so kann doch dem Glase eine derartige meniskenförmige Gestalt gegeben werden, dass der zweite Hauptpunkt desselben mit dem ersten Knotenpunkte des Auges zusammenfällt; ebenso kann in gewissem Sinne die dioptrische Wir-

kung der Accommodation in solcher Weise dargestellt werden. Für $\mathfrak{b} = 0$ wird

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{g}^*}{\mathfrak{g}^{**}} \quad V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1$$

d. h. der Gesichtswinkel erfährt keine Vergrösserung, das Netzhautbild vergrössert sich nur entsprechend dem Vorrücken des Knotenpunktes durch die Accommodation. Man sieht hieraus, wie unstatthaft es ist, bei der Darstellung der Loupenwirkung den Abstand der Loupe vom Auge zu vernachlässigen, da gerade in jenem Abstande ein wesentlicher Antheil der Loupenwirkung beruht.

E. Wenn der Abstand des Sehobjectes von der Loupe $e = \infty$ ist, oder doch so gross, dass die Zunahme um $\mathfrak{b}$ resp. δ nicht mehr ins Gewicht fällt, so wird

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\left(\frac{f}{f-\delta^*}\right) \\ v &= \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{g}^*}{\mathfrak{g}^{**}}\left(\frac{f}{f-\mathfrak{b}^*}\right) \\ V &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{f}{f-\mathfrak{b}^*} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 15a.)$$

In diesem Falle ist das Glas $\frac{1}{f}$ das im Abstande $\mathfrak{b}$ vom Knotenpunkte aufgestellte Correctionsglas der vorhandenen Ametropie, sofern das Auge sich im Zustande accommodativer Ruhe befindet. Wenn $\mathfrak{r}$ den Abstand des Fernpunktes vom Knotenpunkte des Auges bezeichnet, ist $f = \mathfrak{b} - \mathfrak{r}$ und, wenn dieser Werth eingeführt wird, ist

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\left(\frac{\mathfrak{r}-\mathfrak{b}}{\mathfrak{r}-\varphi_{11}}\right) = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}\left(1-\frac{\delta}{\mathfrak{r}-\varphi_{11}}\right) \\ v &= \frac{\mathfrak{g}^*}{\mathfrak{g}^{**}}\left(1-\frac{\mathfrak{b}}{\mathfrak{r}}\right) \\ V &= 1-\frac{\mathfrak{b}}{\mathfrak{r}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 15b.)$$

Da die obigen Formeln, von welchen ausgegangen wurde, ganz allgemein sind, und sowohl für positive als negative Gläser

Geltung haben, so *geben die letzten Specialformeln den allgemeinen Ausdruck für die Vergrösserung resp. Verkleinerung des Netzhautbildes resp. des Gesichtswinkels durch das Correctionsglas der Ametropie.* Für Myopie kann freilich beim unbewaffneten Sehen in die Ferne nur ein Zerstreuungsbild zum Vergleich benutzt werden.

Für die Factoren $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ gelten in dem Falle, dass das Auge hyperopisch und für ∞ accommodirt ist ($z^{**}=0$), die Specialwerthe 10c); in dem Falle hingegen, dass das Auge sich in Accommodationsruhe befindet und das Glas das Correctionsglas der Ametropie ist (also $z^{**}=0$ und zugleich $z^*=z^0$, die einfachen Specialwerthe 10f) $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}} = 1 - z^0\varphi_1$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} = 1 + z^0\rho$.

In meiner vorhin erwähnten grösseren Arbeit habe ich die Gründe angeführt, weshalb es mir zweckmässig erscheint, behufs der Bezeichnung des Ametropiegrades den Abstand des Fernpunktes im Allgemeinen vom ersten *Hauptpunkte* des Auges aus zu messen. Bezeichnet man, wie ich es dort durchgängig gethan habe, den genannten Fernpunktsabstand mit r, den Grad der Ametropie mit $\frac{1}{r} = z^0$ (am bequemsten in Meterlinsen auszudrücken); bezeichnet man ferner den Abstand des Correctionsglases vom ersten Hauptpunkte des Auges mit d, so lauten die Formeln 15 b.) folgendermassen:

$$\left.\begin{aligned} &a)\ v = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}\cdot\left(1 - \frac{\delta}{r-\varphi_1}\right) = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}\left(\frac{1-z^0 d}{1-z^0\varphi_1}\right) \\ &b)\ v = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\cdot\left(\frac{r-d}{r+\rho}\right) = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\cdot\left(\frac{1-z^0 d}{1+z^0\rho}\right) \\ &c)\ V = \frac{r-d}{r+\rho} = \frac{1-z^0 d}{1+z^0\rho} \end{aligned}\right\} \quad 15.\ c)$$

Der letztere Ausdruck lautet noch einfacher $V = 1 - \mathfrak{z}^0\mathfrak{d}$, wenn $\mathfrak{z}^0 = \frac{1}{\mathfrak{r}}$ ist.

Setzt man die im vorliegenden Falle für $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ geltenden Specialwerthe 10 f.) ein, so ergiebt sich aus beiden Aus-

drücken a) und b) übereinstimmend $v = 1 - \frac{d}{r} = 1 - z^0 d$, welchen sehr einfachen Ausdruck ich am angeführten Orte auf directem viel kürzerem Wege abgeleitet habe.

Die einfachsten Ausdrücke für die vergrössernde resp. verkleinernde Wirkung der Correctionsbrillen sind daher:

$$\left.\begin{aligned} v &= 1 - \frac{d}{r} = 1 - z^0 d \\ V &= 1 - \frac{\mathfrak{d}}{\mathfrak{r}} = 1 - \mathfrak{z}^0 \mathfrak{d} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 15\text{ d.)}$$

---

§ 15. Man kann in die drei Formeln 5. abc) den Abstand des virtuellen Bildes e_1 einführen $\left(e = \frac{fe_1}{f + e_1}\right)$ Dann lauten die Formeln:

$$\left.\begin{aligned} &a)\ v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}} \cdot \frac{(f(e_1 + \delta^{**}) + e_1\delta^{**})}{f(e_1 + \delta^*)} = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}\left(1 + \frac{e_1\delta^{**}}{f(e_1 + \delta^*)}\right) \\ &b)\ v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{(f(e_1 + \mathfrak{d}^{**}) + e_1\mathfrak{d}^{**})}{f(e_1 + \mathfrak{d}^*)} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\left(1 + \frac{e_1\mathfrak{d}^{**}}{f(e_1 + \mathfrak{d}^*)}\right) \\ &c)\ V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{f(e_1 + \mathfrak{d}^{**}) + e_1\mathfrak{d}^{**}}{f(e_1 + \mathfrak{d}^*)} = 1 + \frac{e_1\mathfrak{d}^{**}}{f(e_1 + \mathfrak{d}^*)} \end{aligned}\right\} 16)$$

Die zur rechten Seite stehenden Ausdrücke entstehen, wenn man in den Gliedern $e_1 + \delta^{**}$ und $e_1 + \mathfrak{d}^{**}$ δ^* und $\mathfrak{d}^*$ an die Stelle von δ^{**} resp. $\mathfrak{d}^{**}$ setzt, was mit gutem Grunde geschehen kann, da hier die Differenz gegen die viel grösseren Abstände e_1 gar nicht in Betracht fällt.

Diese Formeln drücken zugleich die Loupenvergrösserung für ametropische Augen bei ruhender Accommodation aus. Man braucht nämlich nur anzunehmen, die Loupe habe eine solche Stellung zum Sehobject, dass das virtuelle Bild gerade in den Fernpunktsabstand des Auges falle. Bezeichnet man den Abstand des Fernpunktes (G_1 in Figur 1) vom 1. Knotenpunkte mit $\mathfrak{r}$, so ist, da e_1 den Abstand des Punktes G_1 vom Linsencentrum bedeutet, $e_1 = \mathfrak{r} - \mathfrak{d} = \mathfrak{r} - \varphi_{11} - \delta$. Diese

Werthe brauchen nur in die letzten Formeln eingesetzt zu werden, dann ergiebt sich

$$\left.\begin{aligned}
&\text{a) } v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}\left(1 + \frac{\delta^{**}(\mathfrak{r} - \varphi_{11} - \delta)}{f(\mathfrak{r} - \varphi_{11})}\right) \\
&\text{b) } v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}\left(1 + \frac{\mathfrak{d}^{**}(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}}\right) \\
&\text{c) } V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \frac{\mathfrak{d}^{**}(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}}
\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 17)$$

Diese Formeln, die sich auch leicht auf directem Wege ableiten lassen, bezeichnen die maximale Vergrösserung, welche die betr. Loupe bei bestimmtem Abstande vom Auge dem ametropischen Auge gewährt; der dazu gehörige Objectabstand ist durch $e = \frac{fe_1}{f + e_1} = \frac{f(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f + \mathfrak{r} - \mathfrak{d}}$ gegeben. Für geringere Objectabstände als der Lage des durch die Loupe angenäherten Fernpunktes entspricht, ist die Vergrösserung von der im emmetropischen Auge nur verschieden durch die ungleiche Accommodationsthätigkeit und die dadurch bedingte Aenderung der Werthe von φ_1 und $\mathfrak{s}$; für grössere Abstände ist kein scharfes Bild mehr möglich.

Die maximale Vergrösserung ist bei gleichem Abstande der Loupe vom Auge bei Myopie geringer, bei Hyperopie stärker als bei Emmetropie.

Wenn $\mathfrak{r}$ positiv ist (Myopie), so steigt der Werth von V mit der Grösse von $\mathfrak{r}$; ist $\mathfrak{r}$ negativ (Hyperopie), so steigt der Werth von V, wenn $\mathfrak{r}$ an Grösse abnimmt; daher nimmt die Vergrösserung mit dem Grade der Myopie ab, mit dem Grade der Hyperopie zu.

Für $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ gelten, da die Accommodation in Ruhe, also $z^* = z^0$ ist, die Specialwerthe 10e).

§ 16. Specialfälle. A. Ist $\mathfrak{r} = \infty$, d. h. das Auge emmetropisch, so ergeben sich, da jetzt $e = f$ ist, für v und V die gleichen Werthe wie in der Formel 11) mit den Specialwerthen von 10d) für $\frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$.

B. Ist der Abstand der Convexlinse vom Knotenpunkte des

Auges gleich der Brennweite der Linse ($\mathfrak{d} = f$, Fraunhofer'sche Loupe), so ist

$$\left.\begin{aligned} &a)\ v = \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{s}^*}\left(2 - \frac{f}{\mathfrak{r}}\right) \\ &b)\ V = 2 - \frac{f}{\mathfrak{r}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \ldots \quad 18)$$

Der dazu gehörige Abstand des Sehobjectes von der Loupe ist $e = \frac{f(\mathfrak{r} - f)}{\mathfrak{r}}$.

C. Steht der zweite Hauptpunkt der Convexlinse im vorderen Brennpunkte des ametropischen Auges ($\delta = 0$, $\mathfrak{d} = \varphi_{11}$), so wird bei Vernachlässigung der Unterschiede von δ und δ^{**}, $\mathfrak{d}$ und $\mathfrak{d}^{**}$

$$\left.\begin{aligned} v &= \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \\ V &= 1 + \frac{\varphi_{11}(\mathfrak{r} - \varphi_{11})}{f\mathfrak{r}} = 1 + \frac{\varphi_1 \varphi_{11}}{f\mathfrak{s}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 19)$$

D. Ist endlich $\frac{1}{f}$ das für den Abstand $\mathfrak{d}$ des Glases vom Knotenpunkte des Auges die Ametropie corrigirende Glas, also $f = \mathfrak{d} - \mathfrak{r} = \varphi_{11} + \delta - \mathfrak{r}$, so ergeben sich dieselben Ausdrücke, welche in 15b.) gefunden wurden.

§ 17. Wir gelangen nunmehr in Ausführung des in § 6 aufgestellten Planes dazu, das Sehen mit der Loupe zu vergleichen mit dem Sehen mit unbewaffnetem Auge auf den Abstand der sog. deutlichen Sehweite, für welche ein müheloses, ausdauerndes Erkennen kleiner Objecte möglich ist. Für diesen Abstand, der mit D bezeichnet werden soll, muss accommodirt werden, daher φ_1, $\mathfrak{s}$, $\mathfrak{d}$, δ wieder das Zeichen der durch die Accommodation bedingten Veränderung erhalten. Das Netzhautbild β, welches beim Sehen mit der Loupe entsteht, wird verglichen mit dem Netzhautbilde β_D, welches beim Sehen mit freiem Auge auf den Abstand D entsteht; ebenso der Gesichtswinkel ε beim Sehen mit der Loupe mit dem Gesichtswinkel ε_D beim unbewaffneten Sehen auf den Abstand D. Die Vergrösserung des Netzhautbildes wird mit $w = \frac{\beta}{\beta_D}$, die Vergrös-

serung des Gesichtswinkels mit $W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D}$ bezeichnet.

Die Werthe von w und W werden nun in analoger Weise bestimmt wie in § 8 und 9 die Werthe von v und V. Der dort für $-\frac{\beta}{B}$ gefundene Werth wird in Relation gesetzt mit $-\frac{\beta_D}{B} = \frac{\varphi_1^{**}}{D - \varphi_{11}^{**}}$, ebenso der Werth von ε mit $\varepsilon_D = \frac{B}{D}$. Dadurch wird gefunden:

$$\left.\begin{aligned} a)\ w &= \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \cdot \frac{e_1(D - \varphi_{11}^{**})}{e(e_1 + \delta)} \\ b)\ w &= \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{De_1}{e(e_1 + \mathfrak{d})} \\ c)\ W &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{De_1}{e(e_1 + \mathfrak{d})} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

Durch Einsetzung des Werthes $e_1 = \frac{fe}{f - e}$ entstehen die folgenden Ausdrücke, in denen die Sterne bei δ, $\mathfrak{d}$, φ_{11} in den Gliedern fortgelassen sind, auf deren Werth sie keinen irgend beachtenswerthen Einfluss üben.

$$\left.\begin{aligned} a)\ w &= \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \cdot \frac{f(D - \varphi_{11})}{f(e + \delta) - e\delta} \\ b)\ w &= \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{Df}{f(e + \mathfrak{d}) - e\mathfrak{d}} \\ c)\ W &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{Df}{f(e + \mathfrak{d}) - e\mathfrak{d}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21)$$

§ 18. Der Zusammenhang dieser Ausdrücke für die Loupenvergrösserung mit den oben unter 4) und 5) gefundenen Ausdrücken ist ein sehr einfacher. Befindet sich ein Object von der Grösse B im Abstande D, der deutlichen Sehweite, so erscheint es dem Auge unter dem Gesichtswinkel $\varepsilon_D = \frac{B}{D}$. Wird dasselbe Object bis zum Punkte G_1 (Fig. 1), also auf den Abstand $e + \mathfrak{d}$ angenähert, so erscheint es dem Auge unter dem Gesichtswinkel $\varepsilon = \frac{B}{e + \mathfrak{d}}$. Der Gesichtswinkel hat also durch die blosse Annäherung eine derselben umgekehrt proportionale Vergrös-

serung $\mathfrak{V} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D}{e + \mathfrak{d}}$ erfahren. Dividiren wir $\mathfrak{V}$ in W, so erhalten wir die vergrössernde Wirkung, welche der Loupe neben der Annäherung noch zukommt:

$$\frac{W}{\mathfrak{V}} = \frac{Df}{f(e+\mathfrak{d}) - e\mathfrak{d}} \cdot \frac{e+\mathfrak{d}}{D} = \frac{f(e+\mathfrak{d})}{f(e+\mathfrak{d}) - e\mathfrak{d}}$$

d. h. = V in der Formel 5). Hieraus geht hervor: Wenn wir ein Object, welches wir mit blossem Auge auf den Abstand D erkennen können, mit der Loupe betrachten, so setzt sich die dadurch erzielte Vergrösserung aus zwei Factoren zusammen: 1) $\frac{D}{e+\mathfrak{d}}$, d. h. die Folge der Annäherung vom Abstande D auf den Abstand $e+\mathfrak{d}$ 2) $\frac{f(e+\mathfrak{d})}{f(e+\mathfrak{d}) - e\mathfrak{d}}$, d. h. die dioptrische Wirkung der Loupe auf den Gesichtswinkel. Das Product beider Factoren ist die für W gefundene Formel.

Gleiches gilt für die Vergrösserung des Netzhautbildes.

§ 19. Wie zwei Winkel sich verhalten, so verhalten sich auch die zugehörigen mit gleichem Radius beschriebenen Bögen. $V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$ drückt daher, wie das Verhältniss der Gesichtswinkel, so auch das Verhältniss zwischen der Grösse des in die Entfernung des Objectes projicirten Loupenbildes und der wahren Grösse des Objectes aus; und ebenso drückt $W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D}$ das Verhältniss aus zwischen der Grösse des Loupenbildes, wenn es in den Abstand der deutlichen Sehweite projicirt wird, und der Grösse des Objectes selbst (wohl zu unterscheiden von dem Grössenverhältnisse zwischen dem durch die Loupe im Abstande D entworfenen virtuellen Bilde und dem Objecte selbst). Durch besondere Intention kann das gesehene Bild willkürlich in eine beliebige Entfernung und so auch in die Entfernung der deutlichen Sehweite verlegt werden, wie das z. B. bei der Messung der Loupenvergrösserung à double vue geschieht, wenn der Massstab im Abstande der deutlichen Sehweite gehalten wird. Die deutliche Sehweite kann also zur »Projectionsweite« wer-

den; sie aber, wie Landolt*) thut, für die Loupenvergrösserung allgemein als Projectionsweite zu bezeichnen, erscheint aus den schon früher im § 4 angeführten Gründen nicht zulässig. Die Bedeutung als Projectionsweite würde nur eine abgeleitete, zufällige sein, und bezüglich der Localisirung der vergrösserten Bilder würde der Sachverhalt keinen allgemein richtigen Ausdruck finden.

§ 20. Specialfälle der Formeln 20) und 21.)

A. Befindet sich das Object im Brennpunkte der Loupe, ist mithin e = f, so lauten die Formeln:

$$\left.\begin{array}{lll} a) & w = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \cdot \frac{D - \varphi_{11}}{f} \\ b) & w = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{D}{f} \\ c) & W = \frac{D}{f} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 22)$$

Der Abstand der Loupe vom Auge ist herausgefallen, er ist in diesem Falle gleichgültig für die Vergrösserung, weil die Strahlen parallel gerichtet aus der Loupe austreten. Das Auge ist also entweder emmetropisch, oder bei hyperopischer Refraction für ∞ accommodirt.

B. Genau dieselben Werthe ergeben sich, wenn $\mathfrak{d} = f$ gesetzt wird (Fraunhofer'sche Loupe). In diesem Falle fällt e heraus, d. h. die Vergrösserung des Gesichtswinkels ist die gleiche für alle Abstände des Sehobjectes, für welche das Auge sich einstellen kann. Für die Vergrösserung des Netzhautbildes gilt dies nur annähernd, nicht genau, da der Werth von $\frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}}$ und $\frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}}$ mit der Accommodation wechselt. Diese Factoren haben im Falle A (e = f) die Werthe der Formeln 10b), im Falle B ($\mathfrak{d}$=f) die allgemeinen Werthe der Formel 10).

---

*) Graefe und Saemisch, Handbuch d. ges. Augenheilkunde Bd. III. pag. 110 und Le grossissement des images ophthalmoscopiques Paris, 1874. pag. 18, 21.

Zur Erläuterung dieses Satzes dient der in § 54 angegebene Versuch, welcher somit in der Formel $W = \frac{D}{f}$ seine Erklärung findet.

C. Für $\mathfrak{d} = 0$ wird

$$w = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{D}{e} \qquad W = \frac{D}{e}$$

d. h. wenn der 2. Hauptpunkt des Glases mit dem 1. Knotenpunkte des Auges zusammenfällt (s. § 14 D), reducirt sich die Vergrösserung auf die Wirkung der Annäherung des Objectes; sie ist derselbeu umgekehrt proportional.

§ 21. In die Formeln 20.) kann der Abstand des virtuellen Bildes e_1 eingeführt werden $\left(e = \frac{fe_1}{f + e_1}\right)$. Dann lauten dieselben:

$$\left.\begin{aligned} &a)\ w = \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \cdot \frac{(D - \varphi_{11})(f + e_1)}{f(e_1 + \delta)} \\ &b)\ w = \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{D(f + e_1)}{f(e_1 + \mathfrak{d})} \\ &c)\ W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D(f + e_1)}{f(e_1 + \mathfrak{d})} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 23)$$

Es soll jetzt wiederum angenommen werden, dass das Sehobject eine solche Stellung zur Loupe habe, dass das virtuelle Bild gerade in den Fernpunktsabstand fällt, und wie früher, wird e_1 durch $\mathfrak{r} - \mathfrak{d}$ resp. $\mathfrak{r} - \varphi_{11} - \delta$ ersetzt. Dann erhält man die Formeln, welche die bei bestimmter Stellung der Loupe vom Auge stattfindende maximale Vergrösserung für das ametropische Auge (also bei ruhender Accommodation) angeben.

$$\left.\begin{aligned} &a)\ w = \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\varphi_1^*}{\varphi_1^{**}} \cdot \frac{(D - \varphi_{11})(f + \mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f(\mathfrak{r} - \varphi_{11})} \\ &b)\ w = \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{D\,(f + \mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}} \\ &c)\ W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D\,(f + \mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 24)$$

Specialfälle: A) Für $\mathfrak{r} = \infty$ d. h. für das emmetropische Auge nehmen die Formeln die Gestalt an, wie sie bereits unter 22) angegeben ist.

B) Für $\mathfrak{d} = f$ (Fraunhofer'sche Loupe) wird gleichfalls

$$w = \frac{\beta}{\beta_D} = \frac{\varphi_1{}^*}{\varphi_1{}^{**}} \cdot \frac{D - \varphi_{11}}{f} = \frac{\mathfrak{s}^*}{\mathfrak{s}^{**}} \cdot \frac{D}{f}$$

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D}{f}$$

d. h. die Vergrösserung wird bei diesem Abstande der Loupe unabhängig von der Refraction. Bei dieser Stellung der Loupe ist für das myopische und hyperopische Auge jeden Grades die Vergrösserung die gleiche, wie für das emmetropische, wiewohl die Stellung des Objectes zur Loupe verschieden ist.

C. Endlich soll dem Abstande D, der bisher als constant betrachtet wurde, dessen Werth aber dennoch beliebig gewählt werden kann, der Werth des Fernpnnktsabstandes $\mathfrak{r}$ beigelegt werden, d. h. es soll die Vergrösserung ermittelt werden unter Vergleichung mit dem Falle, dass das Object sich vor dem unbewaffneten Auge in dessen Fernpunkte befindet. Da die Accommodation in diesem Falle ungeändert bleibt, ist die Vergrösserung die gleiche für das Netzhautbild wie für den Gesichtswinkel; es ist

$$w = W = \frac{f + \mathfrak{r} - \mathfrak{d}}{f} = 1 + \frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{d}}{f} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24 \text{ a.)}$$

welches Resultat sich auch auf sehr einfachem directem Wege herleiten lässt. $\mathfrak{r}$ kann auch statt des Fernpunktsabstandes einen beliebigen Abstand bedeuten, auf welchen sowohl das bewaffnete als das unbewaffnete Auge eingestellt ist; ferner kann die Linse sowohl positiv als negativ sein. Dann giebt der eben gefundene Ausdruck die Vergrösserung resp. Verkleinerung an, welche ein Convexglas oder Concavglas einem accommodationslosen oder der Accommodation sich enthaltenden Auge gewährt. Die Veränderung der Einstellungsweite des Auges, wie sie durch das Glas bewirkt wird, spielt dabei die Hauptrolle.

Die Grösse $\frac{\mathfrak{f}+\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}{\mathfrak{f}}$ lässt sich noch auf andere Weise ausdrücken. Wenn man den Abstand des durch die Loupe angenäherten Fernpunktes vom Linsenbrennpunkte mit a bezeichnet, so ist, da $\frac{1}{\mathfrak{f}} = \frac{1}{\mathfrak{f}-a} - \frac{1}{\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}$ ist, $a = \frac{\mathfrak{f}^2}{\mathfrak{f}+\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}$ und daher $\frac{\mathfrak{f}+\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}{\mathfrak{f}} = \frac{\mathfrak{f}}{a}$. Demzufolge besteht die einfache Relation

$$W = \frac{\mathfrak{f}}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24\ b.)$$

d. h. unter den in Rede stehenden Umständen ist die Vergrösserung dem Stücke, um welches der Fernpunkt (bez. der Einstellungspunkt des Auges bei ungeänderter Accommodation) durch das Glas herangerückt wird, umgekehrt proportional.

§ 22. Zu verschiedenen Malen sind wir der Formel $W = \frac{D}{\mathfrak{f}}$ begegnet, wohl dem einfachsten Ausdrucke für die Loupenvergrösserung, welcher bedeutet, dass in gewissen Fällen die auf einen constanten Abstand, etwa den der deutlichen Sehweite, bezogene Vergrösserung des Gesichtswinkels durch die Loupe, oder überhaupt die Veränderung durch ein sphärisches Glas, der Brechkraft desselben direct proportional ist. Die Fälle, in denen jene Formel Geltung hat, sind:

1) Für das emmetropische Auge bei beliebigem Abstande des Glases vom Auge, wenn das Sehobject im Brennpunkte der Loupe steht.

2) Für das emmetropische Auge bei beliebigem Abstande des Sehobjectes von der Loupe in dem Falle, dass der Abstand der Loupe vom Knotenpunkte des Auges gleich der Brennweite der Loupe ist.

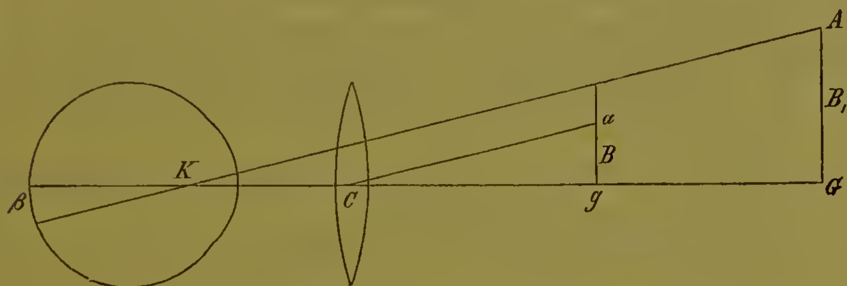
3) Für jedes ametropische Auge, im Falle der Abstand der Loupe vom Knotenpunkte des Auges gleich der Brennweite der Loupe ist und das Sehobject sich in dem durch die Loupe dislocirten Fernpunkte des Auges befindet.

Diese ebenso einfache als wichtige Formel lässt sich für

die bezeichneten Fälle leicht durch einfache geometrische Constructionen veranschaulichen, wie ich solche in Graefe und Saemisch's Handbuch Bd. VII. pag. 345—347 angegeben habe. Eine derselben, für den ersten der oben bezeichneten Fälle gültig, führe ich hier an.

Befindet sich das Object ag=B (Fig. 2), dessen einer End-

Fig. 2.



punkt g in der Axe liegt, in der Brennweite der Linse $\frac{1}{f}$, so wird das Bild des anderen Endpunktes a, welches in dem Auge durch die parallel aus der Linse austretenden Strahlen entworfen wird, gefunden, wenn man zu der den Punkt a mit dem optischen Centrum der Linse c verbindenden Geraden ac eine Parallele durch den Knotenpunkt K des Auges zieht. α ist dann das Netzhautbild von a. In der Richtung αKA wird dann der Punkt a von dem Auge gesehen. KG=D sei die Entfernung, in welcher kleine Objecte mit blossem Auge deutlich gesehen werden. Die Tangente des Gesichtswinkels, unter welchem das Object B in diesem Abstande D erscheinen würde, ist $\varepsilon_D = \frac{B}{D}$; die Tangente des Gesichtswinkels, unter welchem das Object B, durch die Loupe gesehen, erscheint, $\varepsilon = \frac{AG}{D}$, daher das Verhältniss beider $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{AG}{B}$. In den rechtwinkligen Dreiecken KAG und Cag verhalten sich als homologe Catheten $AG : ag = KG : cg$ oder, wenn die angegebenen Bezeichnungen benutzt werden, $\frac{AG}{B} = \frac{D}{f}$. Demzufolge ist die Vergrösserung des Gesichtswinkels $W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D}{f}$.

§ 23. Man kann die Loupenvergrösserung auch in der Weise ableiten, dass man Auge und Linse als ein combinirtes System betrachtet, für dieses die Lage der Knotenpunkte und mit deren Hülfe die Grösse des Netzhautbildes bestimmt. Die Verschiebung des ersten Knotenpunktes soll mit $K_1{}^*$, die des zweiten mit $K_{11}{}^*$ bezeichnet werden, beide in der Richtung nach vorne positiv gerechnet. Den Werth dieser Verschiebungen habe ich in Graefe und Saemisch's Handbuch Band VII p. 328 abgeleitet. Mit den seither gebrauchten Bezeichnungen ist $K_1{}^* = \frac{\mathfrak{d}(\varphi_{11}-\mathfrak{d})}{f+\varphi_{11}-\mathfrak{d}}$, $K_{11}{}^* = \frac{\mathfrak{d}\varphi_1}{f+\varphi_{11}-\mathfrak{d}}$. Wird mit x_1 vorläufig der Abstand des Objectes B vom 1. Knotenpunkte des Auges, mit x_{11} der Abstand der Retina vom 2. Knotenpunkte des Auges bezeichnet, und erhalten diese Buchstaben einen Stern, wenn das freie Auge durch Accommodation auf das Object sich einstellt; ist ferner β das Bild im bewaffneten, β_0 im unbewaffneten Auge, so ergiebt sich

$$\frac{B}{\beta} = \frac{x_1 - K_1{}^*}{x_{11} + K_{11}{}^*}$$

$$\frac{B}{\beta_0} = \frac{x_1{}^*}{x_{11}{}^*}$$

Durch Division $$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{x_1{}^*(x_{11}+K_{11}{}^*)}{x_{11}{}^*(x_1-K_1{}^*)}$$

Bei Einsetzung der entsprechenden Werthe mit den bisherigen Bezeichnungen ist

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{(e+\mathfrak{d}^*)\left(\mathfrak{s}+\frac{\mathfrak{d}\varphi_1}{f+\varphi_{11}-\mathfrak{d}}\right)}{\mathfrak{s}^*\left(e+\mathfrak{d}-\frac{\mathfrak{d}(\varphi_{11}-\mathfrak{d})}{f+\varphi_{11}-\mathfrak{d}}\right)}$$

$$= \frac{(e+\mathfrak{d}^*)(\mathfrak{d}\varphi_1+\mathfrak{s}(f+\varphi_1-\mathfrak{d}))}{\mathfrak{s}^*(f(e+\mathfrak{d})+e(\varphi_{11}-\mathfrak{d}))} = \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{s}^*} \cdot \frac{(e+\mathfrak{d}^*)(f\mathfrak{r}+\varphi_{11}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d}))}{\mathfrak{r}(f(e+\mathfrak{d})+e(\varphi_{11}-\mathfrak{d}))}$$

Die allgemeine Formel fällt hier etwas complicirter aus, weil es sich auf diese Weise nicht vermeiden lässt, den optischen Bau des Auges in directerer Weise hineinzuziehen. Die

folgende Umformung macht das Verhältniss zu der obigen Formel 5b.) ersichtlich, indem die zu jener hinzutretenden Glieder, die nur eine geringe Aenderung des Gesammtwerthes bedingen, etwas zur Seite gerückt sind und kleinere Buchstaben enthalten.

$$v = \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{s}^*} \cdot \frac{f(e+\mathfrak{d}^*) \quad + (e+\mathfrak{d}^*)(\varphi_{11} - \frac{\mathfrak{d}}{\mathfrak{r}})}{f(e+\mathfrak{d}) - e\mathfrak{d} \quad + e\varphi_{11}}$$

Die auf den Abstand D der deutlichen Sehweite bezogene Vergrösserung auf analoge Weise hergeleitet, ist

$$w = \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{s}^*} \cdot \frac{D(f + \varphi_{11} - \frac{\mathfrak{d}}{\mathfrak{r}})}{f(e+\mathfrak{d}) + e(\varphi_{11} - \mathfrak{d})} = \frac{\mathfrak{s}}{\mathfrak{s}^*} \cdot \frac{Df \quad + D(\varphi_{11} - \frac{\mathfrak{d}}{\mathfrak{r}})}{f(e+\mathfrak{d}) - e\mathfrak{d} \quad + e\varphi_{11}}$$

Vergrösserung durch eine Combination von zwei Linsen.

§ 24. Von besonderem Interesse für die Ophthalmologie ist es für eine Combination zweier Linsen, oder einer Linse mit einem System, dessen letztes Medium von dem ersten verschieden ist, die vergrössernde Wirkung in einfacher, aber, soweit möglich, strenger Weise ausdrücken zu können. Damit würde z. B. die Frage der ophthalmoskopischen Vergrösserung allgemein und im Zusammenhange mit der Theorie der Loupenvergrösserung gelöst sein. Die Entwickelung allgemeiner Formeln zu diesem Zwecke, (die zugleich für die Mikroskop- und Fernrohr-Vergrösserung Geltung haben), geschieht in ganz analoger Weise wie für die Vergrösserung durch ein einziges Glas; es wird daher genügen, sie in abgekürzter Form anzugeben.

Fig. 3.

Zwei Linsen $\frac{1}{F}$ und $\frac{1}{f}$ stehen so vor dem Auge, dass die Axen aller drei Systeme zusammenfallen; der Abstand beider Linsen von einander sei $\mathfrak{D}$, der Abstand der Linse $\frac{1}{F}$ vom Knotenpunkte des Auges sei $\mathfrak{d}$, dagegen vom vorderen Brennpunkte des Auges δ. In der Figur 3 liefern die beiden Linsen virtuelle Bilder. Von dem im Abstande e von $\frac{1}{f}$ befindlichen Objecte B wird durch $\frac{1}{f}$ das Bild B_1 erzeugt im Abstande e_1 von $\frac{1}{f}$, zugleich im Abstande E von $\frac{1}{F}$. Von B_1 wird wiederum durch $\frac{1}{F}$ ein Bild B_{11} erzeugt im Abstande E_1 von $\frac{1}{F}$. $\mathfrak{D}$ ist $= E - e_1$. β ist das Netzhautbild von dem durch beide Linsen erzeugten virtuellen Bilde B_{11}; β_0 ist das Netzhautbild, welches entsteht, wenn das Object B in der nämlichen Stellung mit freiem Auge gesehen wird. Die dabei erfolgende Verschiebung des Knotenpunktes ist in der Figur nicht berücksichtigt.

Wie leicht ersichtlich ist, gelten nun folgende Relationen:

$$\frac{\beta}{B_{11}} = \frac{\varphi_1}{E_1 + \delta} = \frac{\mathfrak{s}}{E_1 + \mathfrak{d}}$$

$$\frac{\beta_0}{B} = \frac{\varphi_1^*}{e + \mathfrak{D} + \delta^*} = \frac{\mathfrak{s}^*}{e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*}$$

$$\frac{\beta B}{\beta_0 B_{11}} = \frac{\varphi_1(e + \mathfrak{D} + \delta^*)}{\varphi_1^*(E_1 + \delta)} = \frac{\mathfrak{s}(e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*)}{\mathfrak{s}^*(E_1 + \mathfrak{d})}$$

Da $\frac{B_1}{B} = \frac{e_1}{e}$ und $\frac{B_{11}}{B_1} = \frac{E_1}{E}$, also $\frac{B_{11}}{B} = \frac{E_1 e_1}{Ee}$, so ist die Vergrösserung

$$v = \frac{\beta}{\beta_0} = \frac{\varphi_1 E_1 e_1 (e + \mathfrak{D} + \delta^*)}{\varphi_1^* E e (E_1 + \delta)} = \frac{\mathfrak{s} E_1 e_1 (e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*)}{\mathfrak{s}^* E e (E_1 + \mathfrak{d})} \quad . \ . \ .$$

Ebenso für den Gesichtswinkel

$$\operatorname{tg} a_{11} K b_{11} = \varepsilon = \frac{B_{11}}{E_1 + \mathfrak{d}} \qquad 25)$$

$$\operatorname{tg} a K b = \varepsilon_0 = \frac{B}{e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*}$$

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{B_{11}(e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*)}{B(E_1 + \mathfrak{d})} = \frac{E_1 e_1 (e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*)}{E e (E_1 + \mathfrak{d})} \quad . \ . \ . \ .$$

§ 25. Es wird genügen, die Formeln für die Vergrösserung des Gesichtswinkels weiter zu entwickeln, da aus denselben leicht auch die Ausdrücke für die Vergrösserung des Netzhautbildes gebildet werden können.

Für die Vergrösserung des Gesichtswinkels ε im Vergleich mit dem Gesichtswinkel ε_D, unter welchem das Object dem unbewaffneten Auge auf den Abstand D erscheint, ergiebt sich analog

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D E_1 e_1}{E e (E_1 + \mathfrak{d})}.$$

Diese beiden Ausdrücke für V und W sollen in doppelter Weise umgeformt werden, 1) durch durchgängige Einsetzung der Grösse e, welche die Stellung des Objectes bezeichnet, und der Brennweiten F und f; 2) durch Einführung der Grösse E_1, welche die Lage des virtuellen Bildes bezeichnet, für welche das Auge einzustellen ist, und der Brennweiten F und f.

1) Um durchgängig e, F und f einzuführen, sind folgende durch die Beziehungen der conjugirten Bildabstände zu den Linsen gegebenen Werthe einzusetzen: $e_1 = \frac{fe}{f-e}$, $E = e_1 + \mathfrak{D} = \frac{fe}{f-e} + \mathfrak{D}$,

$$E = \frac{FE}{F-E} = \frac{F\left(\frac{fe}{f-e} + \mathfrak{D}\right)}{F - \left(\frac{fe}{f-e} + \mathfrak{D}\right)}.$$

Durch Einführung dieser Werthe findet man

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{E_1 e_1 (e + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}^*)}{E e (E_1 + \mathfrak{d})}$$

$$= \frac{Ff(e+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})}{Ff(e+\mathfrak{D}+\mathfrak{d}) - Fe(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}) - \mathfrak{d}(f(e+\mathfrak{D}) - e\mathfrak{D})} \quad . \quad 26)$$

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{DE_1 e_1}{Ee\,(E_1+\mathfrak{d})}$$

$$= \frac{DFf}{Ff(e+\mathfrak{D}+\mathfrak{d}) - Fe(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}) - \mathfrak{d}(f(e+\mathfrak{D}) - e\mathfrak{D})} \quad . \quad . \quad 27)$$

2) Um durchgängig E_1, F und f einzuführen, sind folgende Werthe einzusetzen:

$$E = \frac{FE_1}{F+E_1},\ e_1 = E - \mathfrak{D} = \frac{FE_1}{F+E_1} - \mathfrak{D},\ e = \frac{fe_1}{f+e_1} = \frac{f\left(\frac{FE_1}{F+E_1} - \mathfrak{D}\right)}{f + \frac{FE_1}{F+E_1} - \mathfrak{D}}$$

Durch Substitution dieser Werthe findet man:

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{E^1 e_1(e+\mathfrak{D}+\mathfrak{d}^*)}{Ee(E_1+\mathfrak{d})}$$

$$= \frac{Ff(E_1+\mathfrak{d}^*) + F(E_1-\mathfrak{D})(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}^*) + E_1(f\mathfrak{d}^* - \mathfrak{D}(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}^*))}{Ff(E_1+\mathfrak{d})} \quad . \quad 28)$$

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{DE_1 e_1}{Ee(E_1+\mathfrak{d})} = \frac{D[FE_1 + (F+E_1)(f-\mathfrak{D})]}{Ff(E_1+\mathfrak{d})} \quad . \quad . \quad 29)$$

§ 26. Diese allgemeinen Formeln liefern genaue Ausdrücke für die Vergrösserung des Mikroskops und des Fernrohrs, sofern diese Instrumente im Wesentlichen als aus zwei Linsen, einem Objectiv und einem Ocular, zusammengesetzt zu betrachten sind. Die gewöhnlich angegebenen einfachen Formeln beziehen sich entweder auf gewisse Specialfälle, oder sind durch zum Theil wenig gerechtfertigte Vernachlässigungen und Ungenauigkeiten vereinfacht. Soweit sie richtig sind, kann man sie aus den allgemeinen Formeln herleiten. Einige Specialfälle sollen hier angeführt werden.

Hat e, der Abstand des Objectes vom Objectiv, geringe Werthe, so wirkt die Linsencombination als Mikroskop. Ich ziehe nur die Combination zweier einfacher Linsen in Betracht.

A. Ist $e = f$, d. h. befindet sich das Object im Brennpunkte der Objectivlinse $\frac{1}{f}$, so wird nach 26) und 27)

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{F(f+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})}{f(F-\mathfrak{d})} \text{ und } W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{DF}{f(F-\mathfrak{d})} \quad . \quad . \quad 30)$$

In der 2. Formel fehlt $\mathfrak{D}$; die auf den Abstand D bezogene Vergrösserung ist also für alle Abstände beider Linsen von einander dieselbe (weil zwischen beiden die Strahlen parallel gerichtet sind).

Wenn $\frac{1}{F}$ im Abstande $\mathfrak{d}$ vom Knotenpunkte des Auges das Correctionsglas vorhandener Ametropie ist, also $F = \mathfrak{d} - \mathfrak{r}$, (wenn $\mathfrak{r}$ den Abstand des Fernpunktes vom Knotenpunkte des Auges bezeichnet), dann verwandeln sich die Formeln 26) und 27) in

$$V = \frac{(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})(f + \mathfrak{D} + \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}} \qquad W = \frac{D(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}{f\mathfrak{r}} \quad . \quad 31ab.)$$

V ist also gleich dem Producte der Vergrösserung resp. Verkleinerung durch das Correctionsglas der Ametropie $\left(\frac{\mathfrak{r} - \mathfrak{d}}{\mathfrak{r}}\right)$ und der Vergrösserung des Glases $\frac{1}{f}$ im Abstande $\mathfrak{D} + \mathfrak{d}$ $\left(1 + \frac{\mathfrak{D} + \mathfrak{d}}{f} \text{ resp. } \frac{D}{f}\right)$.

B. Wir untersuchen noch den Fall, dass das Object sich im Brennpunkte der Combination beider Linsen befindet, so dass parallele Strahlen in das Auge eintreten. Wie gross in diesem Falle der Abstand e des Objectes von der Linse $\frac{1}{f}$ sein muss, ergiebt sich aus $\frac{1}{f} = \frac{1}{e} - \frac{1}{F - d}$ d. h. $e = \frac{f(F-d)}{f + F - d}$. Durch Einsetzung dieses Werthes erhalten die Formeln 26) und 27) folgende einfache Gestalt:

$$\left.\begin{aligned} V &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \frac{\mathfrak{D}(F - \mathfrak{D}) + \mathfrak{d}^*(F + f - \mathfrak{D})}{Ff} \\ W &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D(F + f - \mathfrak{D})}{Ff} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 32)$$

Wird die Brennweite der Combination der beiden im Abstande D von einander stehenden Linsen $\frac{1}{F}$ und $\frac{1}{f}$ Φ genannt, so ist bekanntlich $\Phi = \frac{Ff}{F + f - \mathfrak{D}}$ und deshalb obiger Ausdruck

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D}{\Phi}$$

§ 27. C. Wenn der Objectabstand grössere Werthe, insbesondere relativ zu den Brennweiten der Linsen erhält, so wirkt die Linsencombination als Fernrohr. Auch die Fernrohrvergrösserung ist durch die allgemeinen Formeln 26) und 27) gegeben. Es ist zu bemerken, dass diese Formeln mit den angegebenen Vorzeichen Geltung haben für den Fall, dass kein reelles Bild zwischen Objectiv und Ocular durch das erstere entworfen wird. Wenn ein reelles Bild entworfen wird, wie beim astronomischen Fernrohr, so dass $\mathfrak{D} = E + e_1$ ist, so lauten die Formeln genau ebenso, nur führt der ganze Ausdruck das Minuszeichen, ein Zeichen, dass das gesehene Bild ein verkehrtes ist.

Handelt es sich um die Fernrohrvergrösserung für sehr ferne Objecte, so vereinfacht sich der Ausdruck für dieselbe dadurch, dass man den Werth von e bis zu ∞ anwachsen lässt. Zwar ist für unendlichen Abstand bei endlicher Grösse des Objectes der Gesichtswinkel für das unbewaffnete Auge stets gleich 0, und auch bei stärkster optischer Vergrösserung müsste er gleich 0 bleiben. Nichts destoweniger hat die Berechnung die Vergrösserung für unendlichen Abstand doch den Sinn, dass es sich um Annäherung an den Werth ∞ handelt.

Für $e = \infty$ wird

$$V = \frac{Ff}{F(f-\mathfrak{D}-\mathfrak{d})+\mathfrak{d}(\mathfrak{D}-f)} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 33)$$

W dagegen wird $= 0$; sehr natürlich, denn gegenüber einem im Abstande der deutlichen Sehweite D mit unbewaffnetem Auge gesehenen Objecte, kann es keine Vergrösserung des an 0 grenzenden Werthes geben.

Bei den gewöhnlichen Fernröhren ist der Abstand des Objectes vom Ocular, oder die Länge des Fernrohres, gleich der Summe der Brennweiten des Oculars und Objectivs, $\mathfrak{D} = F + f$. Dies gilt sowohl für das astronomische Fernrohr, bei welchem sowohl F als f positiv ist, als für das terrestrische, bei welchem die Brennweite F des Oculars negativ ist. Sezt man $\mathfrak{D} = F + f$ in den eben gefundenen Werth für V, so erhält man den bekannten Ausdruck

$$V = -\frac{f}{F} = \frac{f}{f-\mathfrak{D}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 34)$$

Das Minuszeichen bedeutet, dass bei positivem F und f, d. h. beim astronomischen Fernrohr, das gesehene Bild verkehrt ist. Beim terrestrischen Fernrohre dagegen wird, da F negativ ist,

$$V = \frac{f}{F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 35)$$

d. h. das gesehene Bild ist aufrecht.

Beiläufig möchte ich hier eine einfache geometrische Construction anführen, die ich für sehr geeignet halte, das einfachste Gesetz der Fernrohrvergrösserung anschaulich zu demonstriren, was ja z. B. bei der didaktischen Darstellung der Theorie des Augenspiegels nur förderlich sein kann.

In Figur 4 stellt $\frac{1}{F}$ das Ocular, $\frac{1}{f}$ das Objectiv des astronomischen Fernrohrs dar, der Abstand beider von einander ist gleich der Summe

Fig. 4.

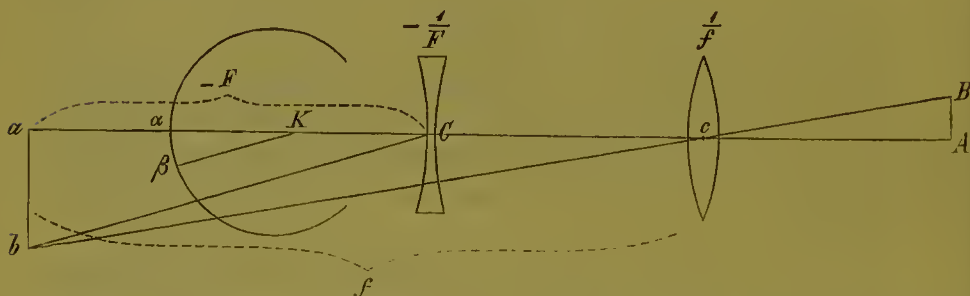
der Brennweiten F + f. In der gemeinsamen Brennpunktsebene entsteht von dem in grosser Ferne befindlichen Objecte AB das umgekehrte Bild ab, dessen Endpunkt durch die Richtungslinie Bcb gegeben ist. Das von ab auf der Netzhaut des für die Ferne eingestellten Auges entworfene Bild ist $\alpha\beta$, von welchem der Punkt β gefunden wird, indem durch den Knotenpunkt K des Auges eine Parallele zur Richtungslinie bC gezogen wird. $tg\alpha K\beta = \varepsilon = \frac{ab}{ac} = \frac{ab}{F}$ ist der Gesichtswinkel, unter welchem das sehr ferne Object AB durch das Fernrohr gesehen wird. Der Gesichtswinkel, unter welchem dasselbe Object dem unbewaffneten Auge erscheint, ist $\varepsilon_0 = \frac{AB}{AK}$ oder, da wegen der Grösse des Abstandes AK auch AC dafür gesetzt werden kann, $\varepsilon_0 = \frac{AB}{Ac} = \frac{ab}{ac} = \frac{ab}{f}$. Die Vergrösserung ist also

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = -\frac{f}{F}$$

(negativ, da das Bild verkehrt ist), d. h. gleich dem Quotienten beider Brennweiten — um so grösser, je schwächer das Objectiv und je stärker das Ocular ist. Die Construction lässt sich leicht auf den allgemeinen Fall erweitern.

Die ganz analoge Construction für das Galileische Fernrohr, wie

Fig. 5.



sie in Figur 5 angedeutet ist, wird weiterer Erläuterung nicht bedürfen. Hier ist $V = \frac{f}{F}$, positiv, weil das Bild aufrecht gesehen wird.

§ 28. Aus den allgemeinen durch den Werth E_1 für die Lage des virtuellen Bildes ausgedrückten Formeln können leicht die Vergrösserungsformeln für jedes beliebige ametropische Auge abgeleitet werden. Man braucht nur die Lage des virtuellen Bildes als die Lage des Fernpunktes des Auges (B_{11} in Fig. 3) zu betrachten. E_1 ist der Abstand des virtuellen durch beide Linsen erzeugten Bildes von der Ocularlinse $\frac{1}{F}$, welche um $\mathfrak{d}$ vom Knotenpunkte des Auges entfernt ist; es ist also $\mathfrak{r} = E_1 + \mathfrak{d}$ zu setzen. Da das Auge in accommodativer Ruhe sein soll, wird $\mathfrak{d}^*$ sich von $\mathfrak{d}$ nicht unterscheiden. Es wird demnach in den Formeln 28) und 29) E_1 durch $\mathfrak{r}-\mathfrak{d}$ zu ersetzen sein. Auf solche Weise erhält man

$$\left.\begin{aligned} V &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = 1 + \frac{F(\mathfrak{D}+\mathfrak{d})(\mathfrak{r}-\mathfrak{D}-\mathfrak{d}) + (\mathfrak{r}-\mathfrak{d})(f\mathfrak{d}-\mathfrak{D}(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}))}{F f \mathfrak{r}} \\ W &= \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D[F(\mathfrak{r}-\mathfrak{d}) + (F+\mathfrak{r}-\mathfrak{d})(f-\mathfrak{D})]}{F f \mathfrak{r}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 36)$$

Dies sind die allgemeinen Formeln für die Vergrösserung des Gesichtswinkels durch eine Combination zweier Linsen, resp. Linsen-

systeme für beliebige ametropische Augen im Zustande accommodativer Ruhe.

Für Myopie wird r positiv, für Hyperopie negativ gerechnet. Ist r = ∞ d. h. die Refraction emmetropisch, so wird

$$V = 1 + \frac{\mathfrak{D}(F - \mathfrak{D}) + \mathfrak{d}(F + f - \mathfrak{D})}{Ff}$$

$$W = \frac{D(F + f - \mathfrak{D})}{Ff} = \frac{D}{\Phi}$$

Auch aus Formel 28) 29) ergeben sich für $E_1 = \infty$ dieselben Formeln. Es sind dieselben, die wir unter 32) gefunden haben für die Vergrösserung, welche ein emmetropisches Auge von einem im Brennpunkte der Linsencombination befindlichen Objecte erhält.

Die Vergrösserung des aufrechten ophthalmoskopischen Bildes.

§ 29. Die für die Vergrösserung durch die Combination zweier Linsen gefundenen Formeln setzen uns in den Stand, die Frage nach der Vergrösserung des aufrechten ophthalmoskopischen Bildes in voller Allgemeinheit zu lösen. Das Problem ist in allgemeiner Form das: Welches ist die Vergrösserung, in welcher der Augengrund eines beliebig ametropischen Auges von einem zweiten beliebigen ametropischen Augengrund gesehen wird. Die Medien des zu untersuchenden Auges stellen eine Loupe dar, durch welche hindurch ein virtuelles Bild des Augengrundes gesehen wird. Da der Abstand der Retina von der aus Hornhaut und Krystalllinse bestehenden Loupe unveränderlich ist, muss das beobachtende Auge, um ein scharfes Bild zu erhalten, eine ganz bestimmte Einstellung einnehmen, und wenn diese nicht mit Hülfe der Accommodation eingenommen werden kann, oder wenn die Accommodation in Ruhe bleiben soll, bedarf es eines die richtige Einstellung vermittelnden Hülfsglases. Vor dem Objecte der Beobachtung befindet sich also eine Combination zweier Linsen; die Medien des Auges stellen das Objectiv, das Correctionsglas das Ocular dar. Sollen die für eine solche Combination geltenden Formeln zur Berechnung der Vergrösserung angewendet werden, so ist

zu berücksichtigen, dass nur die eine Linse, die Ocularlinse $\frac{1}{F}$, auf beiden Seiten von Luft umgeben ist, zwischen der Objectivlinse und der Retina dagegen sich Glaskörper mit stärkerem Brechungsindex als Luft befindet. Zwischen den in Bezug auf das brechende System des Auges conjugirten Abständen, e und e_1 nach bisheriger Bezeichnung, die jetzt $\mathfrak{s}$ (Knotenpunkt-Netzhautdistanz) und $\mathfrak{r}$ (Fernpunkt-Knotenpunkt-Distanz) genannt werden sollen, besteht, wenn φ_1 und φ_{11} die beiden Brennweiten des Auges sind, die Beziehung

$$\frac{\varphi_{11}}{\mathfrak{r}} + \frac{\varphi_1}{\mathfrak{s}} = 1,$$

$$\text{daher } \mathfrak{r} = \frac{\mathfrak{s}\varphi_{11}}{\mathfrak{s}-\varphi_1} \text{ und } \mathfrak{s} = \frac{\mathfrak{r}\varphi_1}{\mathfrak{r}-\varphi_{11}}$$

Wenn, wie bei der gewöhnlichen ophthalmoskopischen Untersuchung, $\frac{1}{F}$ die Linse ist, welche die Ametropie beider Augen corrigirt, so dass beide Augen im Zustande accommodativer Ruhe verharren, so muss die Linse so beschaffen und und aufgestellt sein, dass die Fernpunkte beider Augen conjugirte Bildpunkte in Bezug auf die Linse sind. Dann gilt die Relation

$$\frac{1}{F} = -\left(\frac{1}{E} + \frac{1}{E_1}\right) = -\left(\frac{1}{\mathfrak{R}-\mathfrak{D}} + \frac{1}{\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}\right) = \frac{1}{\mathfrak{D}-\mathfrak{R}} + \frac{1}{\mathfrak{d}-\mathfrak{r}}$$

wo $\mathfrak{R}$ den Fernpunkt-Knotenpunktsabstand des untersuchenden Auges und $\mathfrak{D}$ den Abstand des Correctionsglases vom Knotenpunkte dieses Auges, die kleinen Buchstaben das Gleiche für das untersuchte Auge bedeuten.

Durch Einführung dieser Werthe in die Formeln 25) und 27) für die Vergrösserung des Gesichtswinkels durch eine Combination von zwei Linsen erhalten wir

$$\left.\begin{aligned} V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} &= \frac{(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}(\varphi_1+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})-\varphi_{11}(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}))}{\mathfrak{R}\varphi_1(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{s}+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 37)$$

$$\left.\begin{aligned} W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} &= \frac{D(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1\mathfrak{R}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{D\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 38)$$

Dies sind die gesuchten allgemeinen Grundformeln für die Gesichtswinkel-Vergrösserung des aufrechten Augenspiegelbildes. Die Formeln für die Vergrösserung des Netzhautbildes des beobachtenden Auges werden auf analoge Weise durch Einsetzung der für e, e_1, E, E_1 geltenden Werthe gewonnen; man wird ihrer selten bedürfen, doch will ich sie der Vollständigkeit halber hersetzen. Sie lauten, wenn δ den Abstand des optischen Centrums der Correctionslinse vom vorderen Brennpunkte des untersuchten Auges, die grossen Buchstaben Φ_1, $\mathfrak{S}$ sammt ihren Abzeichen die gleiche Bedeutung für das untersuchende Auge haben, wie die kleinen für das untersuchte Auge:

$$\left.\begin{aligned} v = \frac{\beta}{\beta_0} &= \frac{\Phi_1}{\Phi_1^*} \cdot \frac{(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{r}(\varphi_1+\mathfrak{d}+\delta)-\varphi_{11}(\mathfrak{d}+\delta))}{\varphi_1(\mathfrak{R}-\Phi_{11})(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{\Phi_1}{\Phi_1^*} \cdot \frac{\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{s}+\mathfrak{d}+\delta)}{(\mathfrak{R}-\Phi_{11})(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \\ &= \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}^*} \cdot \frac{(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{r}(\varphi_1+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})-\varphi_{11}(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}))}{\mathfrak{R}\varphi_1(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}^*} \cdot \frac{\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{s}+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \quad 39)$$

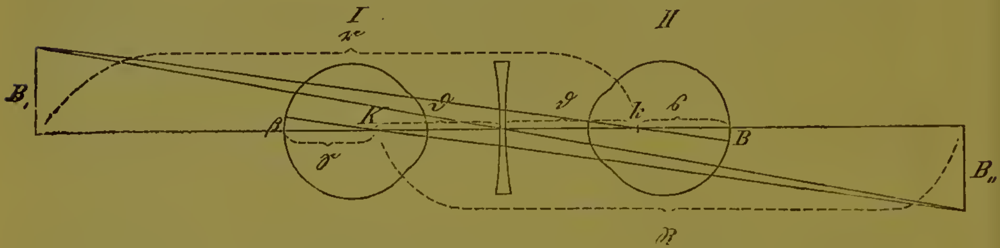
und auf die deutliche Sehweite D bezogen:

$$\left.\begin{aligned} w = \frac{\beta}{\beta_D} &= \frac{\Phi_1}{\Phi_1^*} \cdot \frac{(D-\Phi_{11})(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{r}-\varphi_1)}{\varphi_1(\mathfrak{R}-\Phi_{11})(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{\Phi_1}{\Phi_1^*} \cdot \frac{\varphi_{11}(D-\Phi_{11})(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{(\mathfrak{R}-\Phi_{11})(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \\ &= \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}^*} \cdot \frac{D(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1\mathfrak{R}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \\ &= \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{S}^*} \cdot \frac{D\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \quad 40)$$

§ 30. Diese Formeln für die Vergrösserung des aufrechten Augenspiegelbildes lassen sich auch leicht auf directe Weise mit geometrischer Anschaulichkeit ableiten, und da eine

solche Ableitung für den ophthalmologischen Unterricht ohne Frage vortheilhafter ist, als der Umweg über die Combination zweier von Luft umgebener Linsen, so lasse ich dieselbe hier folgen. Die Darstellung werde ich mit Rücksicht auf die obige analoge Ableitung für die Loupe abkürzen, auch auf die Vergrösserung des Gesichtswinkels beschränken können, da die Vergrösserung des Netzhautbildes sich nicht merklich von jener unterscheidet.

Fig. 6.



Figur 6 diene zur Veranschaulichung. Beide Augen sind in derselben als myopisch angenommen. Die Bezeichnungen sind die gleichen wie früher. Für das untersuchende Auge I sind Φ_1 Φ_{11} die Brennweiten, $\mathfrak{R}$ der Abstand des Fernpunktes, $\mathfrak{S}$ der Abstand der Retina, $\mathfrak{D}$ der Abstand der Correctionslinse vom Knotenpunkte K; die gleichen kleinen Buchstaben bedeuten das Nämliche für das untersuchte Auge II. Die Hinzufügung eines Sternes bedeutet Veränderung durch Accommodation. B sei das Object im Augengrunde des untersuchten Auges II, B_1 sein Bild im Fernpunktsabstande $\mathfrak{r}$, B_{11} das durch das Correctionsglas entworfene virtuelle Bild von B_1 im Fernpunktsabstande des untersuchenden Auges I, β endlich das von B_{11} im Auge I entstehende Netzhautbild. Für das untersuchte Auge gilt die Relation $\frac{\varphi_{11}}{\mathfrak{r}} + \frac{\varphi_1}{\mathfrak{s}} = 1$; für das untersuchende Auge die Relation $\frac{\Phi_{11}}{\mathfrak{R}} + \frac{\Phi_1}{\mathfrak{S}} = 1$; für die Correctionslinse der bezeichneten Aufstellung gilt die Relation $\frac{1}{F} = \frac{1}{\mathfrak{D} - \mathfrak{R}} + \frac{1}{\mathfrak{D} - \mathfrak{r}}$, da die Fernpunkte beider Augen in Bezug auf diese Linse conjugirte Bildpunkte sind.

Für die Grössen der Bilder B B_1 B_{11} gelten folgende Relationen:

$$-\frac{B_1}{B} = \frac{\mathfrak{r}}{\mathfrak{s}}$$

$$-\frac{B_{11}}{B_1} = \frac{\mathfrak{R}-\mathfrak{D}}{\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}$$

durch Multiplication $\frac{B_{11}}{B} = \frac{\mathfrak{r}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$

Ferner $\frac{\beta}{B_{11}} = \frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{S}}$

Wieder durch Multiplication $\mathfrak{V} = \frac{\beta}{B} = \frac{\mathfrak{r}\mathfrak{S}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{s}\mathfrak{R}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$ . . 41)

Dieser Ausdruck bezeichnet nicht die Vergrösserung in dem bisher gebrauchten Sinne, sondern das Grössenverhältniss zwischen dem Objecte B im Augengrunde des untersuchten Auges und seinem Bilde β im untersuchenden Auge. Drückt man $\mathfrak{s}$ durch $\mathfrak{r}$ und die Brennweiten aus, so lautet der Ausdruck

$$\mathfrak{V} = \frac{\Phi_1(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1(\mathfrak{R}-\Phi_{11})\,(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 42)$$

Diese Ausdrücke vereinfachen sich, wenn ein Auge oder beide emmetropisch sind. Ist das Auge des Beobachters emmetropisch, $\mathfrak{R} = \infty$, so ist

$$\mathfrak{V} = \frac{\mathfrak{r}\mathfrak{S}}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} = \frac{\Phi_1(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 42a)$$

Ist das untersuchte Auge emmetropisch, $\mathfrak{r} = \infty$, so ist

$$\mathfrak{V} = \frac{\mathfrak{S}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{s}\mathfrak{R}} = \frac{\Phi_1(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\varphi_1(\mathfrak{R}-\Phi_{11})} \quad . \; . \; . \; . \quad 42b)$$

Sind endlich beide Augen emmetropisch, also $\mathfrak{R} = \mathfrak{r} = \infty$, so ist

$$\mathfrak{V} = \frac{\mathfrak{S}}{\mathfrak{s}} = \frac{\Phi_1}{\varphi_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 42c)$$

Aus dem letzten Ausdrucke 42c) ist sowohl $\mathfrak{D}$ als $\mathfrak{d}$ herausgefallen, ein Correctionsglas ist nicht erforderlich. Der Ausdruck bedeutet: Das Grössenverhältniss zwischen dem Bilde, welches in einem emmetropischen Auge von einem Objecte im Augengrunde eines anderen emmetropischen Auges (beide Augen in ruhender Accommodation angenommen) ent-

steht und diesem Objecte selbst ist gleich dem Verhältnisse der Brennweiten beider Augen, und für alle Abstände der Augen von einander das gleiche. Es ist also nicht richtig, wenn man, wie mehrfach geschehen ist, angiebt, das Bild sei gleich gross, wie das Object; Gleichheit findet vielmehr nur in dem Falle statt, dass beide emmetropische Augen gleiche Stärke des dioptrischen Apparates und gleiche Axenlänge haben; bekanntlich kommen aber bedeutende Unterschiede vor.

Wird in dem Ausdrucke 42c) $\mathfrak{d} = \varphi_{II}$, so wird gleichfalls $\mathfrak{B} = \frac{\Phi_I}{\varphi_I}$, und ebenso wenn in 42b) $\mathfrak{D} = \Phi_{II}$ wird. Dies bedeutet: *Wenn eines der beiden Augen emmetropisch ist und das Correctionsglas für die Ametropie des anderen im vorderen Brennpunkte desselben aufgestellt ist, so verhalten sich die Bildgrössen wie die Brennweiten beider Augen.*

§ 31. Es soll nunmehr die Vergrösserung *des gesehenen Bildes* bestimmt werden, und zwar 1) im Vergleiche mit der Grösse, in welcher der Augengrund erscheinen würde, wenn er an gleicher Stelle befindlich, ohne die Augenmedien und ohne Correctionslinse gesehen würde (Gesichtswinkel ε_0); 2) im Vergleiche mit der Grösse, in welcher der Augengrund ohne optische Vergrösserung im Abstande der deutlichen Sehweite D erscheinen würde (Gesichtswinkel ε_D). ε bezeichnet den durch Glas und Augenmedien vergrösserten Gesichtswinkel.

1) Da $\varepsilon = \frac{B_{II}}{\mathfrak{R}}$ und $\varepsilon_0 = \frac{B}{\mathfrak{s} + \mathfrak{D} + \mathfrak{d}}$ ist, und oben $\frac{B_{II}}{B} = \frac{\mathfrak{r}(\mathfrak{R} - \mathfrak{D})}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}$ gefunden wurde, so ist

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{B_{II}(\mathfrak{s} + \mathfrak{D} + \mathfrak{d})}{B\mathfrak{R}} = \frac{\mathfrak{r}(\mathfrak{R} - \mathfrak{D})(\mathfrak{s} + \mathfrak{D} + \mathfrak{d})}{\mathfrak{R}\mathfrak{s}(\mathfrak{r} - \mathfrak{d})}$$

oder bei Einführung von $\mathfrak{r}$ nebst Brennweiten, resp. $\mathfrak{s}$ nebst Brennweiten,

$$V = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \frac{(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}(\varphi_1+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})-\varphi_{11}(\mathfrak{D}+\mathfrak{d}))}{\mathfrak{R}\varphi_1(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} = \frac{\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{s}+\mathfrak{D}+\mathfrak{d})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \quad . \; . \quad 43)$$

Wichtiger ist 2) die Vergrösserung mit Beziehung auf die deutliche Sehweite D. Da $\varepsilon = \frac{B_{11}}{\mathfrak{R}}$ und $\varepsilon_D = \frac{B}{D}$

so ist $$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{B_{11}D}{B\mathfrak{R}} = \frac{D\mathfrak{r}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{R}\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$$

oder bei Einführung von $\mathfrak{r}$ resp. $\mathfrak{s}$ nebst den Brennweiten

$$W = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_D} = \frac{D(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1\mathfrak{R}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} = \frac{D\varphi_{11}(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\mathfrak{R}(\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1))} \quad . \; . \quad 44)$$

Nur die letzteren als die wichtigsten Formeln sollen auf die Specialfälle von Emmetropie angewendet werden.

Ist das Auge des Beobachters emmetropisch, $\mathfrak{R} = \infty$, so ist

$$W = \frac{D\mathfrak{r}}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} = \frac{D(\mathfrak{r}-\varphi_{11})}{\varphi_1(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})} = \frac{D\varphi_{11}}{\mathfrak{s}\varphi_{11}-\mathfrak{d}(\mathfrak{s}-\varphi_1)} \text{ *)} \quad . \; . \; . \quad 44a)$$

Ist das untersuchte Auge emmetropisch, $\mathfrak{r}=\infty$, so ist

$$W = \frac{D(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})}{\varphi_1\mathfrak{R}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 44b)$$

Wenn endlich beide Augen emmetropisch sind, $\mathfrak{R} = \mathfrak{r} = \infty$, so ist

$$W = \frac{D}{\varphi_1} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 44c)$$

d. h. im letzten Falle ist die Vergrösserung der Brechkraft des dioptrischen Systems des untersuchten Auges proportional. Der Beobachter erhält ein Bild von solcher Grösse, als befände sich der Knotenpunkt seines Auges im Knotenpunkte des untersuchten Auges.

---

*) Der dritte dieser Ausdrücke stimmt mit dem überein, welchen Leber für die ophthalmoskopische Vergrösserung angegeben hat (cf. Jahresbericht f. 1870 pag. 308).

Auch wenn in dem Ausdrucke 44a) $\mathfrak{d}=\varphi_{11}$ ist, wird $W=\frac{D}{\varphi_1}$, d. h. wenn bei Emmetropie des Beobachters das Correctionsglas für die Ametropie des untersuchten Auges im vorderen Brennpunkte des letzteren steht, ist die Vergrösserung der Brechkraft des dioptrischen Systems des untersuchten Auges proportional.

Nimmt man als vordere Brennweite des Normalauges $\varphi_1 = 15$ Mm an, so ist für alle Augen mit Axenametropie, welcher Art und welchen Grades dieselbe auch sein mag, die Vergrösserung die gleiche, nämlich $\frac{250}{15} = 16\,{}^2/_3$, wenn die deutliche Sehweite = 250 Mm angenommen wird, oder = $\frac{216.6}{15}$ = 14,4, wenn D = 8 Pariser Zoll angenommen wird.

§. 32. Die vorstehend abgeleiteten Formeln schliessen die Gesetze der Vergrösserung des aufrechten ophthalmoskopischen Bildes in voller Allgemeinheit ein; insbesondere giebt die Formel 44) zur Formulirung derselben in Worten bequemen Anhalt. Ich verweise auf das, was ich in Graefe und Saemisch's Handbuch darüber gesagt habe. Auch bezüglich der Verwendung der ophthalmoskopischen Vergrösserung zur Erkenntniss des optischen Baues habe ich mich dort ausgesprochen. Hier will ich nur eine Bemerkung anschliessen.

Um möglichst feine Details im Augengrunde zu erkennen, muss der ophthalmoskopische Beobachter wünschen, eine möglichst starke Vergrösserung zu gewinnen. Der myopische Beobachter erhält, wie mit der Loupe (s. § 15), so auch bei der ophthalmoskopischen Untersuchung im aufrechten Bilde, eine schwächere, der hyperopische eine stärkere Vergrösserung als ceteris paribus der emmetropische Beobachter — denn der Factor $\frac{\mathfrak{R}-\mathfrak{D}}{\mathfrak{R}}$ ist bei positivem $\mathfrak{R}$ (Myopie) kleiner, bei negativem $\mathfrak{R}$ (Hyperopie) grösser als 1. Um ein möglichst grosses Bild zu erhalten, muss der myopische Be-

obachter sein Auge dem Correctionsglase möglichst annähern, der hyperopische von dem Glase möglichst entfernen, d. h. zugleich das Glas so wählen, dass in der bezeichneten Stellung seine Ametropie corrigirt wird.

Was die Ametropie des untersuchten Auges anlangt, so *muss der Beobachter, welches seine Refraction auch sein mag, um ein möglichst grosses Bild zu gewinnen, das entsprechend gewählte Correctionsglas möglichst ferne von dem myopischen, möglichst nahe an dem hyperopischen Auge halten*, — denn der Factor $\frac{\mathfrak{r}-\varphi_{II}}{\mathfrak{r}-\mathfrak{d}}$ wird mit dem Wachsthum von $\mathfrak{d}$ grösser, wenn $\mathfrak{r}$ positiv ist (Myopie); kleiner, wenn $\mathfrak{r}$ negativ ist (Hyperopie).

Man kann die Vergrösserung des aufrechten virtuellen Bildes steigern, wenn man die Einstellung durch zwei von einander getrennte Gläser bewirkt, welche zusammen die beiderseitige Ametropie corrigiren. Nach welchen Grundsätzen die Wahl der Gläser und ihrer Aufstellung zu treffen ist, wenn man eine möglichst starke Vergrösserung erzielen will — welcher freilich durch Verkleinerung des Sehfeldes bald eine Grenze gesetzt wird —, ergiebt sich aus den obigen Formeln für die vergrössernde Wirkung zweier combinirter Linsen. Die verschiedenartigsten Combinationen — auf die ich hier nicht eingehen will — können zum Ziele führen. Im Allgemeinen wird man den Regeln für das terrestrische Fernrohr folgen können, den aus dem untersuchten Auge austretenden Strahlen eine schwach convergente Richtung geben und innerhalb der Brennweite desselben ein starkes Concavglas aufstellen, welches die Strahlenrichtung der Refraction des beobachtenden Auges anpasst.

§. 33. *Resumé.* Der Uebersicht halber resumire ich die verschiedenen Fälle, für welche die die optische Vergrösserung angebenden Formeln abgeleitet worden sind.

I. *Die einfache Loupe.*

Linearverhältniss zwischen Object und virtuellem Loupenbilde bei beliebiger Stellung des Objectes. (Alte Formel der physikalischen Lehrbücher): Formel 1.)

A. Vergrösserung des Netzhautbildes resp. des Gesichtswinckels durch die Loupe im Vergleiche mit dem Sehen mit unbewaffnetem Auge auf den gleichen Abstand:

ausgedrückt durch Object- u. Bildabstand: Formel 2.) bis 4.)
ausgedrückt durch Brennweite der Loupe u. Objectabstand: 5.) 6.)
ausgedrückt durch Brennweite der Loupe u. Bildabstand: 16.)

Einfluss der accommodativen Knotenpunktsverschiebung auf die Netzhautbildgrösse Formel 7.) bis 10.)

Specialfälle der Formeln 2 bis 6: Formel 11) bis 15.d) darunter allgemeiner Ausdruck für die vergrössernde resp. verkleinernde Wirkung der Correctionsbrillen bei Ametropie: Formel 15a.) bis 15d.)

Maximale Loupenvergrösserung für ametropische Augen: Formel 17.)
Specialfälle: Formel 18.) 19.)

B. Loupenvergrösserung auf einen constanten Abstand D (deutliche Sehweite) bezogen:

ausgedrückt durch Object- und Bildabstand: 20)
ausgedrückt durch Brennweite der Loupe u. Objectabstand: 21)
ausgedrückt durch Brennweite der Loupe u. Bildabstand: 23)

Specialfälle der Formeln 20. und 21: 22a u. b.)
Maximale Vergrösserung für ametropische Augen 24.)
Vergrösserung für das accommodationslose Auge 24a). und b.)

II. Combination zweier Linsen.

Allgemeine Formel für die Vergrösserung durch zwei Linsen:

ausgedrückt durch Object- u. Bildabstände: 25)
ausgedrückt durch Brennweiten u. Objectabstand: 26) u. 27)
ausgedrückt durch Brennweite u. Abstand des vom Ocular entworfenen Bildes: 28) und 29.)

Specialfälle für Mikroskop: 30) bis 32.) und Fernrohr: 33) bis 35.)

Vergrösserung durch zwei Linsen für ametropische Augen im Zustande accommodativer Ruhe: 36.)

III. Vergrösserung des aufrechten ophthalmoskopischen Bildes.

Allgemeine Formel für die Vergrösserung des Gesichstwinkels 37) und 38), 43) und 44.)

Für Vergrösserung des Netzhautbildes 39.) 40.)

Grössenverhältniss zwischen dem Objecte im Augengrunde des untersuchten und dem Netzhautbilde im untersuchenden Auge 41.) 42.)

Specialfälle der Formeln 41, 42: 42a) bis c.)

Specialfälle der Formeln 44): 44a) bis c.)

Die Formeln für die Augenspiegelvergrösserung, von denen 44. bis 44c. die wichtigsten sind, sind sämmtlich ausgedrückt

1) durch die Brennweiten des Auges und den Fernpunktsabstand.
2) durch die Brennweiten und den Knotenpunkt-Netzhautabstand.

Ueber die Einwirkung des Muscarins auf das menschliche Auge *).

Von

Dr. **H. Schliephake.**

Der Güte des Professor Dr. Schmiedeberg in Strassburg verdankte Professor Dr. Nagel eine Quantität des aus dem Fliegenpilz dargestellten Alkaloides, die er die Gefälligkeit hatte, mir zur Untersuchung zu überlassen; ausserdem war Herr Schmiedeberg selbst so freundlich, mir eine weitere Menge mitzutheilen, um die begonnenen Untersuchungen fortsetzen zu können. Leider ging der grössere Theil der letzterwähnten, ausserordentlich rein dargestellten Substanz ohne nachweisbare

*) Vorliegender Aufsatz ist von Herrn Dr. Schliephake im Winter 1872/73, als er in meiner Klinik als Assistent fungirte, niedergeschrieben, damals jedoch nicht publicirt worden, weil weitere Fortsetzung der Versuche beabsichtigt war. Obgleich inzwischen in Donders' Laboratorium von Krenchel ähnliche Versuche mit Muscarin angestellt worden sind (Archiv f. Ophth. Bd. 20, 1. p. 127) und im Wesentlichen die gleichen Resultate geliefert haben, erscheint mir doch die Publication der kleinen Arbeit nicht überflüssig. Die hohe Bedeutung, welche die Calabarpräparate durch die wichtige Entdeckung ihrer den intraocularen Druck herabsetzenden Wirkung für die Ophthalmologie gewonnen haben, fordert gewiss auf auch dem nahe verwandten Muscarin noch fernere Beobachtung zu schenken, zumal seine physiologische Wirkung auf das Auge in nicht unwesentlichen Punkten von der Calabarwirkung sich unterscheidet. Versuche zu therapeutischer Verwendung werden jetzt wohl dadurch erleichtert sein, dass es dem Entdecker Prof. Schmiedeberg gelungen ist, aus dem aus Hühnereiweiss gewonnenen salzsauren Amanitin reines Muscarin darzustellen, dessen Wirkungen in jeder Hinsicht mit denen des Fliegenpilzalkaloids übereinstimmen (Centralbl. f. medic. Wissensch. 1875. p. 598). [N.]

Ursache in Zersetzung über, so dass ich zu meinem grössten Bedauern die angefangenen Beobachtungen abbrechen musste. Wenn ich nichtsdestoweniger das Wichtigste aus den Resultaten derselben mittheile, so geschieht dies aus dem Grunde, dass ich Anderen, die früher als ich in der Lage sein könnten, über diesen höchst interessanten Stoff Forschungen anzustellen, damit einen Dienst zu erweisen glaube.

Um das Mittel — als schwefelsaures Salz in Wasser gelöst — auf das menschliche Auge einwirken zu lassen, wurde es auf zweierlei Weise angewendet, in den Conjunctivalsack instillirt und subcutan injicirt. Ausserdem noch innerliche Darreichung zu versuchen, erlaubte die zur Verfügung stehende mässige Quantität nicht, die erstere Methode ist übrigens, wie wir gleich sehen werden, die entschieden vorzuziehende, und, sollte das Mittel in der Ophthalmiatrie therapeutische Verwendung finden, allein anzurathen. Subcutane Injection ruft Erscheinungen hervor, die, je nach der Gabe und der Empfindlichkeit des Individuums an Intensität verschieden, doch immer ziemlich unangenehmer Natur sind. Speichelfluss, Herzklopfen, Gefühl der Angst, Ausbrechen starken Schweisses, auch Drang auf Darm und Blase bei geringen Ausleerungen bleiben bei dieser Art der Application fast nie aus, sie steigerten sich in einem Falle (bei einer älteren Frau) bis zur Ohnmacht und längere Zeit andauerndem Uebelbefinden*).

Dass in den Fällen, wo das Mittel subcutan gegeben wurde, auch die stärksten Einwirkungen auf das Auge wahrzunehmen waren, hat ohne Zweifel nur in der Grösse der Quantitäten, welche auf diese Weise auf einmal gegeben werden können, seinen Grund und solche maximale Wirkungen werden sich sicherlich auch durch fortgesetzte Instillation erreichen lassen. In mässigen Grenzen haben letztere, selbst mehrfach wiederholt, keinerlei unangenehme Nebenwirkung, nicht einmal locale Reizung der Schleimhaut ist ihre Folge.

---

*) Diese Erscheinungen in geringem Grade liessen sich bei mir durch hypodermatische Injection der Eingangs erwähnten, in Zersetzung begriffenen Flüssigkeit noch hervorrufen, als keine Einwirkung auf das Auge mehr bemerklich war.

Aus den an meinen und verschiedenen anderen Augen angestellten Versuchen ergab sich Folgendes:

Wie schon die Entdecker des Stoffes*) fanden, wirkt das Alkaloid in ausgesprochenem Grade auf den Ciliarmuskel, derart, dass derselbe in krampfhafte Contraction versetzt wird.

Bei mässigen Dosen ist diess die erste, bei geringen die einzige Wirkung auf das menschliche Auge.

Sie beginnt in der Regel nach Instillation einer genügenden Menge (einige Tropfen einer ein- bis zweiprocentigen Lösung) nach acht bis zehn Minuten bemerkbar zu werden, bei Injectionen tritt sie früher ein, wenig später als die oben angedeuteten Nebenwirkungen oder gleichzeitig mit denselben. Das erste Symptom ist meist ein Undeutlicherwerden des Sehens im ganzen Sehfeldbereiche, das sich am einfachsten aus der noch nicht stabil gewordenen Refraction, und in Fällen wo es noch bestand, als eine für einige Zeit constante durch Gläser corrigirbare Refraction sich hergestellt hatte, aus einem, durch ungleichmässige Contraction des Ciliarmuskels entstandenen irregularen Astigmatismus erklärt.

Ausser diesem Symptome ist manchmal auch noch bei starker Wirkung des Mittels eine im Sehfelde etwas nach aussen vom Fixationspunkte gelegene Verdunkelung zu bemerken**).

Nach zwanzig Minuten hat die Wirkung meistens ihr Maximum erreicht: es zeigt sich jetzt der Fernpunkt des Auges demselben mehr oder minder genährt, jedoch bei geringen Gaben Muscarin ohne Annäherung des Nahepunktes; die Accommodationsbreite hat daher abgenommen. Ob es möglich ist durch grössere Gaben Fern -und Nahepunkt zusammenfallend, die Accommodationsbreite gleich Null zu machen, muss ich vorerst dahingestellt sein lassen. Zwar gab ein 22jähriger Myope ($M \frac{1}{10}$ Nahepunkt $2\frac{1}{4}$ Zoll) nach subcutaner Injection von 0,004 Mus-

---

*) Schmiedeberg und Koppe. Das Muscarin, das giftige Alkaloid des Fliegenpilzes. Leipzig, Vogel 1869.

**) Ueber die Erklärung dieser Erscheinung aus der durch Accommodationsanspannung hervorgerufenen Circulationsstörung im hinteren Bulbusabschnitt vgl. Nagel, Anomalicen der Refraction und Accommodation, Tübingen 1866, pag. 4.

carin bei durch Accommodationskrampf erzeugter Plesiopie*) $\frac{1}{4}$ seinen Nahepunkt unverändert an, mir selbst erschien jedoch schon bei minder starker Einwirkung auf den Fernpunkt auch der Nahepunkt dem Auge ein wenig näher gerückt zu sein, nie jedoch in dem Masse, dass er die Verminderung der Accommodationsbreite aufgehoben oder gar in eine Zunahme derselben verwandelt hätte, wie dies im Beginne und bei Abnahme der Calabarwirkung der Fall ist. Bei weniger starker Einwirkung auf den Fernpunkt fällt eine solche auf den Nahepunkt ganz weg, die Accommodationsbreite lässt sich durch Näherrücken des ersteren um $\frac{1}{10}$ verringern, ohne dass der letztere im Mindesten verschoben würde.

Die Dauer des Accommodationskrampfes ist verschieden, auf seiner Höhe bleibt er nur kurze Zeit, ungefähr fünf Minuten, um dann langsamer zu verschwinden, als er entstand; nach kaum $^3/_4$ Stunden ist er in den meisten Fällen nicht mehr nachweisbar. Doch lässt er sich bei einigen Individuen noch einige Zeit nachher leicht wieder hervorrufen. Bei der Bestimmung des Fernpunktes begegnet es dann Solchen, dass sie, anstatt ihre Accommodation völlig zu entspannen, unwillkürlich für einen näheren Punkt als für ihren Fernpunkt einstellen. Lässt man dem Auge nur kurze Zeit Ruhe, so verliert sich der Krampf schnell wieder und macht dem gewöhnlichen Brechungszustande Platz.

Diese Art der Nachwirkung des Alkaloides auf den Ciliarmuskel habe ich mehrmals, besonders an meinen (Myopie mittleren Grades zeigenden) Augen beobachtet. Eine nachträgliche Verminderung der Contractilität des Muskels, eine Ermüdungserscheinung wie wir sie unten beim Sphincter iridis erwähnen werden, konnte ich nicht, nicht einmal in dem, ebenfalls unten zu erwähnenden, Falle von Accommodationsparese beobachten. Ihr Vorkommen wäre in dazu disponirten Fällen a priori sehr wahrscheinlich.

---

*) Mit diesem von E. v. Jäger in etwas anderem Sinne gebrauchten Ausdrucke kann man passend jede Nahsichtigkeit bezeichnen, die nicht durch wahren myopischen Refractionszustand oder durch vorübergehende willkürliche accommodative Einstellung bedingt ist.

Wird gleich nach Eintritt der Höhe des Accommodationskrampfes eine geringe Quantität Physostigmin (1/2 Tropfen einer einprocentigen Lösung des käuflichen »Alkaloides« in Glycerin) gegeben, so wächst die vorher durch das Muscarin stark verringerte Accommodationsbreite wieder durch Heranrücken des Nahepunktes, während die Refraction auf der durch das Muscarin erreichten Höhe bleibt oder nur äusserst wenig zunimmt.

So wurde in einem Falle, wo letzteres die Accommodationsbreite von $\frac{1}{6}$ auf $\frac{1}{12}$ verringert hatte, durch die angegebene geringe Quantität Physostigmin nur eine weitere minimale Vermehrung der Plesiopie (um $\frac{1}{40}$) aber eine Zunahme der Accommodationsbreite fast bis zu ihrer ursprünglichen Höhe durch Heranrücken des Nahepunktes bewirkt.

Zeigt uns dieses Verhalten schon eine Verschiedenheit von dem sonst in seinen Wirkungen auf den ganzen Organismus wie im Besonderen auf das Auge ähnlichen Physostigmin, so tritt eine solche noch deutlicher bei der Einwirkung des Alkaloides auf die Pupille zu Tage*). Schon die Entdecker betonen, dass dasselbe zunächst den Ciliarmuskel sich contrahiren lasse und erst in zweiter Linie die Pupille verengere. Dasselbe war auch bei meinen Untersuchungen der Fall. Es liess sich bei allen Augen, an denen die Wirksamkeit des Mittels in dieser Beziehung erprobt wurde, durch vorsichtige Darreichung desselben die Refraction merkbar erhöhen, ohne dass eine Verengerung der Pupille eingetreten wäre. Wurde dann (die höchste durch Instillation bewirkte Abnahme der Accommodationsbreite ohne Verengerung der Pupille betrug $\frac{1}{12}$) mit Anwendung des Mittels noch weiter fortgefahren, so trat Verengerung der Pupille ein, ohne dass die Refraction vorerst noch weiter zunahm.

Wurden stärkere Dosen auf einmal gereicht, so trat die Verengerung der Pupille fast immer gleichzeitig mit dem Maximum des Accommodationskrampfes, selten etwas später, nie früher, ein.

Die Pupillen behielten dabei eine gewisse Beweglichkeit;

---

*) Ueber Einwirkung des Fliegenpilzextraktes auf die Pupille vgl. auch Bogoslowsky, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870, p. 79—100.

nur in den wenigen Fällen, in denen eine maximale Verengerung erzielt wurde, erschienen sie völlig unbeweglich.

Geringere Contraction der Pupillen, wie sie nach — individuell natürlich sehr verschiedenen — kleinen Gaben eintrat, verlor sich bald, die höchsten Grade dagegen erst nach Stunden.

Einigemal trat nachträglich Erweiterung ein; in einem Falle (Hyperop geringen Grades von 39 Jahren, mit noch ganz gutem Accommodationsbereich aber accommodativer Asthenopie) war diese beträchtliche Zunahme des Pupillendurchmessers (seine scheinbare Grösse stieg von $3^1/_2$ auf $6^1/_2$ mm. bei gleichbleibender Beleuchtung) um so frappanter, als nicht nur die Wirkung auf die Accommodation, sondern auch die vorangegangene Verengerung der Pupille äusserst gering waren und nur kurze Zeit andauerten. Wir hatten es in diesem Falle also nicht nur mit einer Schwäche des Accommodationsmuskels zu thun, welche den nur wenig erhöhten Anforderungen, welche seine Hyperopie an ihn stellte, nicht genügen konnte (asthenopische Beschwerden), sondern auch mit einer verringerten Leistungsfähigkeit des Sphincter iridis, welcher nach kurzer, unbedeutender Contraction in den Zustand vorübergehender Lähmung verfiel.

Wenn in den Fällen, wo Accommodationskrampf ohne gleichzeitige Zusammenziehung der Pupille erreicht worden war, ganz geringe Quantitäten ($\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Tropfen der oben genannten Lösung) Physostigmin vorsichtig eingeträufelt wurden, so war regelmässig eine, meist maximale Verengerung der Pupille die Folge, manchmal wenn jede weitere Einwirkung auf die Accommodation fehlte. Ebenso konnten an denselben Augen, wenn ihnen, zu einer Zeit, wo jede Muscarinwirkung verschwunden war, Physostigmin instillirt wurde, eine stärkste Contraction der Pupillen mit geringer oder ganz ausbleibender Wirkung auf die Accommodation hervorgerufen, und so der Unterschied unseres Mittels gegen den wirksamen Bestandtheil der Calabarbohne demonstrirt werden.

Ersteres wirkt also in kleinen Gaben auf die Accommodation und zwar auf den Fernpunkt, letzteres auf die Pupille, erst in zweiter Linie auf die Accommodation, und dann zunächst auf den Nahepunkt.

Wenn es erlaubt ist, das käufliche Physostigmin mit dem von Professor Schmiedeberg in grösster Reinheit dargestellten Muscarin in Bezug auf die in gegebenen Mengen Lösung enthaltenen Quantitäten wirksamer Substanz zu vergleichen, so wäre noch hinzuzufügen, dass schon um die jedem Mittel eigenthümlichen Anfangswirkungen auf das Auge hervorzubringen, von dem Muscarin eine grössere Quantität erforderlich ist, als von dem anderen Alkaloid, und dass dieser Unterschied noch bedeutender wird, wenn es sich um Erzeugung der Wirkungen zweiter Ordnung handelt.

Es lag nahe, auch die therapeutische Wirkung des Mittels zu versuchen: In einem Falle von Accommodationsparese mit Mydriasis des linken Auges wurde es einigemal mit nie ausbleibendem, nur temporärem, aber doch den des Calabar an Dauer übertreffendem Effect auf die Accommodation angewendet. Vor diesem Mittel hatte es hier jedenfalls den Vortheil geringerer Reizung der Conjunctivalschleimhaut, welche gegen Calabarextract sowie gegen Physostigminlösung sehr empfindlich war.

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Accommodation und Convergenz der Blicklinien.

Inaugural-Dissertation

von

Dr. H. Bisinger.

Beim binocularen Sehen sind beide Augen mit den Blicklinien auf den Fixirpunkt gerichtet und auf denselben optisch accommodirt. Liegt der Fixirpunkt in grosser Ferne, so sind die Blicklinien parallel, die Accommodation ist, wenn die Augen emmetropisch sind, erschlafft. Rückt der Fixirpunkt näher, so erfolgt ohne besonderen darauf gerichteten Willensimpuls zugleich mit der zunehmenden Convergenz der Sehlinien eine stärkere Anspannung der Accommodation. Umgekehrt verbindet sich der Regel nach mit jeder Accommodationsanspannung eine entsprechende Convergenzanstrengung. Es besteht also ein direkter Zusammenhang zwischen beiden Functionen. Derselbe darf jedoch nicht als ein zu enger aufgefasst werden. Wie die meisten Bewegungsassociationen durch Uebung bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängig werden, so kann man auch die erwähnte Verbindung innerhalb gewisser Grenzen lösen. Der speciell darauf Eingeübte vermag dies ohne jede künstliche Beihilfe. Der Ungeübte bedarf, um seine Accommodation einigermassen von der Convergenz zu lösen, künstlicher Hilfsmittel. Als solche dienen am einfachsten entweder Concav- und Convexgläser oder in seitlicher Richtung ablenkende Prismen. Die zerstreuende Wirkung von Concavlinsen wird durch vermehrte Accommodationsanspannung, die sammelnde Wirkung von Convexlinsen durch Accommodationserschlaffung neutralisirt oder, wie man sich ausdrückt, die Gläser werden »überwunden«; die durch Prismen hervorgerufene Di-

plopie wird durch entsprechende Convergenz- resp. Divergenzbewegung der Augen beseitigt oder, wie man kurz sagt, die Prismen werden überwunden. Mit Hilfe sphärischer Gläser wird bei gegebener Convergenz die Accommodation, mit Hilfe prismatischer Gläser wird bei gleichbleibender Accommodation die Convergenz geändert.

Auch durch stereoskopische Bilder lässt sich eine Trennung des natürlichen Zusammenhanges zwischen Accommodation und Convergenz bewirken, indem den zu binocularer Verschmelzung zu bringenden Bildern eine Stellung gegeben wird, welche an beide Functionen verschiedene Forderungen stellt. Bei parallelen Blicklinien können Bilder verschmolzen und scharf gesehen werden, welche sich in geringem Abstande vor den Augen befinden und daher eine starke Accommodationsanstrengung nöthig machen — und ebenso umgekehrt.

Dass die Verbindung zwischen Accommodation und Convergenz innerhalb gewisser Grenzen gelöst werden könne, ist lange bekannt, jedoch hat erst Donders systematische Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt und den Grad der Lösbarkeit näher bestimmt. Er experimentirte mit sphärischen Gläsern und untersuchte, in wie weit ohne Veränderung der Convergenz die Accommodation wechseln kann unbeschadet der Deutlichkeit des Bildes. Donders fand, dass man bei jedem gegebenen Convergenzgrade nur über einen gewissen Theil der totalen Accommodationsbreite verfügen kann, und unterschied diesen durch die Convergenz eingeschränkten Accommodationsspielraum als relative Accommodationsbreite, die er zum Unterschiede von der absoluten Accommodationsbreite $\frac{1}{A}$ mit $\frac{1}{A_1}$ bezeichnet. Wenn wir mit P_1 den Abstand des nächsten, mit R_1 den Abstand des fernsten Punktes bezeichnen, welcher bei gegebener Convergenz durch Aenderung der Accommodation noch scharf gesehen wird, so gilt hier die analoge Relation, wie für die absolute Accommodationsbreite: $\frac{1}{A_1} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{R_1}$. Denjenigen Theil der bei einer bestimmten Convergenz verwendbaren Accommodationsbreite,

zu welchem verstärkte Accommodationsanstrengung gehört, nennt Donders den positiven Theil, den Theil, zu welchem Erschlaffung der Accommodation gehört, den negativen Theil der relativen Accommodationsbreite.

Donders hat die Ergebnisse seiner Untersuchungen durch graphische Darstellung anschaulich gemacht. Er bedient sich hiezu eines rechtwinkligen Coordinatensystems, auf dessen Abscissenaxe die Convergenzwerthe in Winkelgraden, auf dessen Ordinatenaxe die reciproken Werthe der Abstände, für welche accommodirt wird, gemessen werden. Die Diagonale des quadratischen Netzes bedeutet die Medianlinie, welche die Punkte enthält, auf welche unter normalen Verhältnissen d. h. bei emmetropischer Refraction accommodirt und convergirt wird; sie wird von Donders kurz als Convergenzlinie bezeichnet. Er berechnet nun aus der Brechkraft des bei gegebener Convergenz durch Anspannung resp. Erschlaffung der Accommodation überwundenen stärksten Concav- bezw. Convexglases, auf welchen Punkt die Augen in Wirklichkeit eingestellt sind, und findet auf diese Weise den nächsten und fernsten Punkt, auf welchen die Augen in der betreffenden Convergenzstellung scharf eingestellt werden können. Diese berechneten Abstände werden auf der dem jeweiligen Convergenzwinkel entsprechenden Ordinate vom Nullpunkte aus aufgetragen. Der positive Theil der relativen Accommodationsbreite kommt auf diese Weise über, der negative unter die Convergenzlinie zu stehen. Die Grenzen der relativen Accommodationsbreiten für jeden Convergenzgrad sind gegeben durch den Verlauf der Curve des relativen Fern- und Nahepunktes. Aus der Figur lässt sich ferner ablesen der absolute Fernpunkt d. i. der fernste Punkt, dessen Strahlen auf der Retina bei paralleler Richtung der Blicklinien zu einem Bildpunkt vereinigt werden können; der absolute Nahepunkt d. h. der nächste Punkt, auf welchen bei stärkster Convergenz das Auge eingestellt werden kann; endlich der binoculare Nahepunkt d. i. der nächste Punkt, auf den beide Augen zugleich accommodiren und convergiren können. Der letztere liegt da, wo die Nahepunktscurve die Convergenzlinie schneidet.

Durch die Ausdehnung seiner Versuche auf ametropische Individuen kam Donders zu dem wichtigen Resultate, dass sowohl die Grösse des relativen Accommodationsgebietes, als die Lage desselben zur Convergenzlinie und damit die Form der Curven erhebliche und für das Verständniss und die Behandlung der Refractionsanomalieen bedeutungsvolle Unterschiede zeigt.

Die Donders'schen Untersuchungen über die relativen Accommodationsbreiten haben rasch classische Geltung erlangt; ihre Ergebnisse wurden allgemein acceptirt und sind in die neueren ophthalmologischen Werke übergegangen, ohne dass sie jedoch von andern Beobachtern controlirt oder weitergeführt und auf eine grössere Reihe verschiedenartiger Individuen ausgedehnt worden wären; wenigstens sind in der Literatur keine derartigen Versuche bekannt geworden. Der Grund hievon mag in der Umständlichkeit der Versuche und der Berechnungen liegen, vor Allem aber wohl in der Schwierigkeit, geeignete Versuchsindividuen zu finden.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers Herrn Professor Nagel habe ich den Versuch gemacht, die Donders'schen Untersuchungen zu wiederholen und nach einigen Richtungen hin zu erweitern, und die Ergebnisse in einer möglichst anschaulichen und leicht verständlichen Form vorzulegen. Die Versuche wurden an mir selbst und anderen Personen, welche sich zu diesen Versuchen qualificirten, angestellt. Es sind Personen von ganz oder nahezu emmetropischer Refraction und zwei Myopen. Einen passenden Hyperopen habe ich zur Zeit dieser Untersuchungen nicht zur Verfügung gehabt.

Eine grosse Erleichterung für diese Arbeit fand ich in der Einführung des Metermasses in die Ophthalmologie. Durch Zugrundelegung der von Prof. Nagel im Jahre 1867 vorgeschlagenen und jetzt in der wissenschaftlichen Ophthalmologie schon ziemlich allgemein eingebürgerten Meterlinse (Ml) als Einheit dioptrischer Werthe vereinfachen sich die bei diesen Untersuchungen vorkommenden Rechnungen ungemein. Um sich auf einen in 1 Meter Abstand befindlichen Punkt einzustellen, bedarf das emmetropische Auge eines Accommodationsaufwandes im dioptrischen Werthe einer Meterlinse; für $^1/_2$ Meter Abstand

ist der Accommodationsbetrag 2 Ml, für $^1/_3$ Meter Abstand 3 Ml, für $\frac{1}{n}$ Meter Abstand n Ml. In analoger Weise können die Convergenzleistungen anstatt in Winkelgraden in Einheiten angegeben werden, die sich dem metrischen Systeme genau anpassen. Der Winkel, um welchen die gerade aus nach vorn gerichtete Blicklinie nach einwärts gewendet werden muss, um die Durchschnittslinie der Medianebene des Körpers mit der horizontalen Visirebene in 1 Meter Abstand vom Auge aus gemessen (nicht von der Mitte der Basallinie der Augen aus) zu schneiden, wird von Prof. Nagel als Meterwinkel (Mw) bezeichnet und als Masseinheit für die Convergenzbeträge gewählt. Er zeigt, dass die Einwärtswendung, welche erforderlich ist, um einen in $^1/_2$ Meter Abstand vom Auge gelegenen Punkt dieser Medianlinie zu erreichen, 2 Mw. beträgt; dass ferner eine Blickwendung um 3 Mw. dem Abstande von $^1/_3$ Meter, eine Blickwendung um 4 Mw. dem Abstande von $^1/_4$ Meter vom Auge entspricht. Die Regel, dass der im Abstande von $\frac{1}{n}$ Meter befindliche Punkt durch eine Einwärtswendung von n Mw. erreicht wird, gilt mit sehr annähernder Genauigkeit so lange, als es sich um kleine Winkel handelt. Construiren wir ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Hypotenuse 1 Meter, dessen eine Kathete gleich dem halben Abstande der Drehpunkte beider Augen von einander ist und mit d bezeichnet wird, so ist

$$\text{Sin. } 1 \text{ Mw} = \frac{d}{1 \text{m}}.$$

Da für kleine Winkel der Werth des Sinus sich nur sehr wenig von dem Werthe des Bogens unterscheidet, darf gesetzt werden

$$1 \text{ Mw} = \frac{d}{1 \text{m}}.$$

Die Grösse des Meterwinkels wechselt sonach mit dem gegenseitigen Abstande der Augendrehpunkte. Prof Nagel hat die Werthe für die verschiedenen Drehpunktsabstände berechnet und gefunden, dass für jedes Millimeter in der Länge des halben Drehpunktsabstandes der Meterwinkel um 1,72 Winkel-Minuten oder um 1′43.2″ wächst. Für die durchschnittliche Grösse von

2d = 64 Mm. beträgt Mw. 1°50′ = 1.833°. Für meine eigene Drehpunktsdistanz von 60,5 mm. ist der zugehörige Mw. = 1,732°; für 2d = 67 Mm. ist Mw. = 1,919, für 2d = 56 Mm. ist Mw. = 1,603°, für 2d = 71 Mm. ist Mw. = 2,034°.

Die Methode meiner Untersuchungen war folgende. Ich benützte ein 10 Ctm. breites, 1 Meter langes Brett, dessen eine schmale Seite mit einem Ausschnitte für die Nase versehen ist. Die Medianebene des Körpers fällt mit der Längshalbirungslinie des Brettes zusammen, auf welcher sich das Fixationsobject bewegt, dessen Entfernungen vom Knotenpunkte jedes meiner Augen gemessen (es wurden 7 Mm. von der Hornhautoberfläche an hinzugerechnet) in Bruchtheilen des Meters aufgetragen sind. Die Abstände von 1, $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$ bis $^1/_{20}$ Meter sind markirt. Als Fixationsobject haben sich die Burchardt'schen Punktproben am zweckmässigsten erwiesen: dieselben besitzen die hinreichende Feinheit; die Grössenverhältnisse sind bestimmten Entfernungen angepasst; die Entscheidung, ob vollständig scharf gesehen wird, ist dabei verhältnissmässig leicht; auch sind sie, selbst bei öfteren Versuchen, kaum auswendig zu lernen und Errathen ist möglichst ausgeschlossen. Zur Controle der Angaben wurden noch die kleinen Jäger'schen Schriftproben verwendet. Die eingesetzten Gläser sind in der Art beweglich, dass bei jedem Convergenzgrade die Axe des Glases mit der Blicklinie zusammenfällt. Der Abstand der Gläser vom Auge wurde in allen Fällen auf 20 Mm. vom Hauptpunkte des Auges festgesetzt und dadurch unverändert erhalten, dass die zu untersuchende Person sich mit den Backenknochen gegen das Brett stützt. Ausserdem habe ich zu demselben Zwecke eine verschiebbare Stirnstütze anbringen lassen, wodurch zugleich die genau horizontale Richtung der Blickebene während der ganzen Dauer einer Untersuchung controlirt wird, was von Belang für das Ergebniss derselben ist.

Hering*) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass Lage und Umfang der binocularen Accommodationsbreite verschieden sei, je nachdem sie bei dieser oder jener Kopfhaltung, dieser oder jener Lage der

*) Die Lehre vom binocularen Sehen I. pag. 141.

Blickebene bestimmt wird. Er giebt an, dass bei gesenktem Blicke der binoculare Fernpunkt für seine Person weiter hinausliege, als bei horizontaler oder gar gehobener Blickebene, und führt dies darauf zurück, dass beim Blicke nach unten die Augen aus rein mechanischen Gründen und ohne Intervention einer Innervation der Interni convergiren, dass also auch die associirte Accommodationsinnervation geringer ausfalle oder ganz fehle. Schirmer*) fand im Gegentheil, dass das Accommodationsgebiet für den gesenkten Blick den Augen merklich näher liegt als für den gehobenen Blick, und erklärt dies daraus, dass wir gewohnt sind, beim Blicke nach unten stärker zu accommodiren. Ich habe an mir diesbezügliche Versuche mit Hilfe des gleichen Apparates angestellt und bin zu demselben Resultate gekommen wie Schirmer. Es wurde dabei darauf Rücksicht genommen, dass bei den verschiedenen Neigungen der Visirebene die Entfernung des Objectes vom Auge thatsächlich die gleiche blieb. Der Unterschied des Abstandes des binocularen Nahepunktes, den ich zur Probe wählte, ist bei starker Hebung und Senkung der Blickebene ein ziemlich erheblicher. Der geringe Wechsel in der Kopfhaltung, wie er bei den lange dauernden Prüfungen der relativen Accommodationsbreite unausbleiblich ist, bedingt kaum ins Gewicht fallende Ungenauigkeiten; stärkere Neigungen der Blickebene sind leicht zu vermeiden.

Bei der einzelnen Untersuchung folgte ich im Wesentlichen den Angaben von Donders. Zunächst wurde die Refraction der Versuchsperson durch Ermittelung des Correctionsglases für den Abstand von 5 Metern festgestellt. Sodann wurde, ebenfalls bei parallelen Blicklinien, mit dem stärksten negativen Glase der relative Nahepunkt p_1 ermittelt. Der binoculare Nahepunkt p_2 wurde ohne Gläser bestimmt, indem ich das Fixationsobject auf dem Apparate in der Medianlinie so nahe heranschob, bis dasselbe undeutlich zu werden begann. Nunmehr werden die übrigen relativen Nahepunkte der Accommodation p_1 für die verschiedenen Abstände von 1, $^1/_2$, $^1/_3$ etc. Meter ermittelt: das stärkste Concavglas, welches bei der gegebenen Convergenz überwunden wird, liefert uns den Werth derselben. Diesseits des binocularen Nahepunktes bleibt die Accommodation hinter der Convergenz zurück: wir brauchen, um näher gelegene Punkte deutlich sehen zu können, die Unterstützung von Convexgläsern. Das schwächste Convexglas, welches uns das Scharfsehen ermöglicht, gibt uns das Mass, um

*) Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde VII. pag. 405. (1869).

wie viel unsere stärkste Accommodationsanstrengung hinter der geforderten Leistung zurücksteht; so bekommen wir die relativen Nahepunkte diesseits p_2. In ähnlicher Weise werden sodann die relativen Fernpunkte r_1 mit Hülfe der stärksten positiven Gläser für die Entfernungen von 1, $^1/_2$, $^1/_3$ etc. Meter gefunden. Zuletzt wird der absolute Nahepunkt p gesucht d. h. der nächste Punkt, der mittelst der grössten Accommodationsanstrengung mit jedem Auge einzeln noch scharf gesehen werden kann mit Verzicht auf die binoculare Fixation; derselbe kann auf dem Apparate oder auch durch direkte Messung bestimmt werden.

Zur Controlirung der so gefundenen Punkte benützte ich eine zweite von Donders empfohlene Methode, wobei die entsprechenden Gläser unverändert bleiben und das Fixirobjekt hin und her geschoben wird, bis die Grenzen des Deutlichsehens gefunden sind. Wir rücken zur Controle der Nahepunkte bei vorgehaltenen Concavgläsern mit dem Objekt möglichst nahe heran, bei eingesetzten Convexgläsern, um den relativen Fernpunkt zu bekommen, mit demselben möglichst hinaus.

Diese Untersuchung erfordert neben hinreichender Sehschärfe, annähernd gleicher Refraction, gleichem Accommodationsvermögen, sowie freier Beweglichkeit beider Augen einige Intelligenz der Versuchsperson und die volle Aufmerksamkeit derselben. Selbst wo alle diese Bedingungen erfüllt sind, sind die ersten Angaben sehr schwankend und kaum zu verwerthen und erst nach einiger Uebung werden dieselben sicherer und constanter. Die Leistungen unserer Accommodation sind überdies selbst von einem Tage auf den andern ungemein wechselnd, wie ich das an mir und Anderen erprobt habe. Es ist also von Werth, gleich in Einer Sitzung eine ganze Serie von Beobachtungen zu bekommen. Ausserdem ermüdet der Accommodationsmuskel während der langen Untersuchung ziemlich rasch. Daher ist es zweckmässig, nicht stufenweise von Intervall zu Intervall das Objekt zu verschieben, sondern, nachdem die oben genannten wichtigsten Grenzpunkte gefunden sind, überspringe man bei der Veränderung des Objektsabstandes

immer einige Distanzen und hole diese im weiteren Verlaufe der Prüfung nach.

Die auf diese Weise erhaltenen Werthe für die relative Accommodationsbreite leiden jedoch an einer Ungenauigkeit, die bedingt ist dadurch, dass das Glas nicht im Auge selbst, sondern in einem bestimmten Abstande vor demselben aufgestellt ist. Die Wirkung der Gläser ändert sich ja mit ihrem Abstande vom Auge und zwar nimmt mit zunehmendem Abstande die Wirkung von negativen Gläsern ab, von positiven zu. Der Fehler wird um so beträchtlicher, je näher das Fixationsobjekt dem Auge liegt und je stärker das Glas ist. So kommt es, dass bei den höheren Convergenzbeträgen die Stärke der überwundenen Convexgläser immer zunimmt, so dass es den Anschein gewinnt, als ob bei wachsender Convergenz die Accommodation nachlasse. Wir müssen also aus den gefundenen Gläsern die wahren Werthe der optischen Einstellung des Auges berechnen nach der Formel

$$\frac{1}{e-d} = \frac{1}{e_1-d} - \frac{1}{f},$$

in welcher e den Abstand bedeutet, auf welchen das Auge in unbewaffnetem Zustande eingerichtet ist, e_1 den Abstand, auf den das Auge mit dem Glase eingerichtet ist, $\frac{1}{f}$ die Brechkraft des Glases, d dessen Abstand vom Hauptpunkte des Auges.

Ein Beispiel wird die Berechnung mit metrisch-decimalen Werthen erläutern: Ein Emmetrop überwindet bei einer Convergenz auf $^1/_5$ Meter noch Concavglas 2 im Abstande von 2 Ctm.; demnach ist $d = 0{,}02$; $e_1 = 0{,}2$. Setzen wir diese Zahlen in die Formel ein, so bekommen wir:

$$\frac{1}{e-0{,}02} = \frac{1}{0{,}2-0{,}02} + 2$$
$$= 5{,}55 + 2 = 7{,}55.$$

$$e = \frac{1}{7{,}55} + 0{,}02 = 0{,}152.$$

In Wahrheit also ist das Auge auf 15,2 Ctm. eingestellt; die Accommodationsleistung, in Meterlinsen ausgedrückt, entspricht dem reciproken Werthe $\frac{1}{15{,}2} = 6{,}58.$

Mit der Convergenz auf 1/5 Meter ist aber bei dem mit freiem Auge sehenden Emmetropen ein Accommodationsbetrag von 5 Ml. verbunden, also beträgt der positive Theil der relativen Accommodationsbreite nicht 2, sondern 6,58—5 = 1,58 Ml.

Oder: der Emmetrop braucht, um auf 1/10 Meter mit stärkster Accommodationsanspannung scharf zu sehen, Convex 2,75. Es hätte demnach seine Accommodation nur den Werth von 7,25 Ml., sein Nahepunkt würde in 13,7 Ctm. liegen. Berücksichtigen wir jedoch den Abstand der Linse, so ergiebt sich als wirklicher Nahepunkt

$$\frac{1}{e-0{,}02} = \frac{1}{0{,}1-0{,}02} - 2{,}75$$

$$= 12{,}5-2{,}75 = 9{,}75.$$

$$e = \frac{1}{9{,}75} + 0{,}02 = 12{,}2 \text{ Ctm.}$$

Er wendet also in Wirklichkeit eine Accommodation im Werthe von 8,19 Ml. auf d. h. das Convexglas 2,75 hat in dem Falle nur den Werth von 1,81 Ml.

Bei den Bestimmungen der relativen Accommodationsbreite ist daher die Berücksichtigung des Linsenabstandes unerlässlich, wenn man nicht bedeutenden Fehlern unterliegen will. Anderseits geht aus den Rechnungen hervor, wie wichtig es ist, dass der Abstand des Glases vom Auge während der Untersuchung stets der gleiche bleibe.

Umgekehrt kann man nun auch bei einem bestimmten Accommodationszustande die Convergenz der Sehlinien ändern. Die Untersuchungen hierüber bilden das Seitenstück zu den *Donders*'schen. *Donders* selbst hat sie nur gelegentlich erwähnt; von andern sind zwar einzelne derartige Experimente angestellt, aber nicht systematisch durchgeführt worden, so dass es bis jetzt durchaus an Zahlenwerthen hierüber fehlt.

Wir bedienen uns zu diesen Versuchen prismatischer Gläser. Ein Glasprisma lenkt die hindurchtretenden Lichtstrahlen in einer Richtung ab, welche durch die Grösse und Lage seines brechenden Winkels bestimmt wird. Die Grösse der Ablenkung hängt als eine rein physikalische Wirkung ab von der Grösse

des brechenden Winkels des Prisma und dem Brechungsindex des Glases. Für die schwächeren Prismen beträgt der Ablenkungswinkel ungefähr die Hälfte des Prismawinkels, bei den stärkeren ist er grösser.

Setzt man bei binocularer Fixation eines fernen Gegenstandes, etwa einer Kerzenflamme, zwei mit der brechenden Kante nach innen gerichtete Prismen vor die Augen, so sieht man im ersten Augenblicke gekreuzte Doppelbilder, welche aber alsbald durch vermehrte Convergenz zur Verschmelzung (Fusion) gebracht werden. Ebenso wird, wenn die brechenden Kanten beider Prismen nach aussen gerichtet sind, die Fusion der beiden gesehenen Bilder eines in der Nähe befindlichen Gegenstandes, durch Abductionsbewegungen bewirkt. Die hiezu erforderlichen Augenbewegungen will ich als Fusionsbewegungen bezeichnen. Den Winkel, um welchen die Blicklinie aus der primären, gerade aus nach vorn gehenden Richtung einwärts gewendet werden muss, um einen in der Medianebene liegenden Objectpunkt binocular zu fixiren, nenne ich mit Prof. Nagel Fusionswinkel.

Für die Berechnung der Wirkung zweier in symmetrischer Lage beiden Augen vorgehaltener Prismen kommen wir zu ähnlichen Relationen, wie für die Berechnung sphärischer Gläser. Wir bezeichnen nach dem Vorschlage von Prof. Nagel den Punkt in der Medianebene, der mittelst der Prismen bei parallelen Blicklinien einfach gesehen wird, als den Hauptfusionspunkt analog dem Hauptbrennpunkte der Linse; den Abstand dieses Punktes vom Auge als die Hauptfusionsweite, den reciproken Werth dieses Abstandes als die Fusionskraft des Doppelprisma, analog der Brennweite und Brechkraft einer Linse. Die Fusionsweite und Fusionskraft eines Prisma zeigt bei verschiedenen Individuen ungleiche Werthe, weil sie wesentlich von der Länge der Basallinie der Augen abhängt.

Werden zwei Prismen beiden Augen mit der brechenden Kante nach aussen vorgehalten, so liegt der Hauptfusionspunkt des Doppelprisma vor dem Auge: wir nennen daher dieses Prisma ein positives. Dabei müssen, um ein Object binocular zu fixiren, die Augen stärker abducirt werden als der

wahren Lage des Objects entspricht: wir bezeichnen deshalb ein solches Prisma auch als abducirendes. Ist die brechende Kante medianwärts gerichtet, so nennen wir das Prisma entsprechend ein negatives oder, da die Fusion durch Adductionsbewegungen hergestellt wird, ein adducirendes.

Die genannten, durch vorgehaltene Prismen hervorgerufenen Augenbewegungen, Abduction und Adduction, sind bedingt durch die Tendenz, die Sehfelder beider Augen zur Deckung zu bringen. Der in solchen Versuchen Geübte vermag auf diese Weise noch sehr starke adducirende Prismen zu überwinden, freilich bald unter Aufopferung des Deutlichsehens, während der Ungeübte bald an die Grenze kommt, wo er die Doppelbilder nicht mehr vereinigen kann. Aehnlich verhält es sich bei abducirenden Prismen. Der Ungeübte ist nicht oder nur sehr schwer im Stande, die Doppelbilder zu verschmelzen, weil er die zum Einfachsehen nöthige, ihm aber ganz ungewohnte Divergenz der Gesichtslinien nicht hervorzubringen vermag, während der Geübte auch eine gewisse mässige Divergenz der Sehlinien einnehmen und dabei einfach sehen kann. Rückt das betrachtete Object näher, so kann man zunehmend stärkere abducirende Prismen überwinden.

Wir finden also, dass die Blicklinien bei gegebener Entfernung des beobachteten Gegenstandes entsprechend der Stärke des überwundenen Prisma einen gewissen, individuell verschiedenen Spielraum für Convergenz resp. Divergenz haben. Dabei sehen wir vorerst von der genauen optischen Einstellung ganz ab und streben nur darnach, mit möglichst starken Prismen einfach zu sehen. Wir bekommen damit ein Mass für die Leistungsfähigkeit unserer Abduction und Adduction im Interesse des Einfachsehens, für die Energie unseres binocularen Fusionsapparates.

Den nächsten Punkt, auf welchen beide Augen noch zu convergiren vermögen, nennen wir Fusionsnahepunkt, den fernsten Punkt, auf welchen die Augen durch stärkste Anstrengung der Abduction sich einstellen können, den Fusionsfernpunkt. Der Raum zwischen beiden, linear gemessen, kann als Fusionsbereich bezeichnet werden. Da indessen der

Fusionsfernpunkt sehr häufig kein reeller, sondern ein virtueller, hinter dem Auge liegender ist, so erscheint es zweckmässiger, wie die Accommodationsbreite als dioptrischen Werth, so hier die betreffenden Winkelwerthe als **Fusionsbreite** zu bezeichnen. In diesem Sinne hat Prof. **Nagel** den Ausdruck verwendet; denn die Accommodation muss nach Linsenwerthen, die Fusion nach Winkelwerthen gemessen werden. Als Masseinheit dient, wie dort die Meterlinse, hier der Meterwinkel.

Für die Fusionsbreite hat Prof. **Nagel** einen analogen Ausdruck wie für die Accommodationsbreite abgeleitet, wie folgt:

In nebenstehender Figur 1 bedeutet der Punkt O den Drehpunkt des linken Auges, M den Mittelpunkt der den Drehpunkt beider Augen verbindenden geraden Linie, OM, die halbe Grundlinie sei = d, RM sei die Medianlinie in der Visirebene, R der Fusionsfernpunkt, P der Fusionsnahepunkt, OQ die primäre Richtung des geradeaus in die Ferne sehenden Auges. Der zur Erreichung des Fusionsfernpunktes R erforderliche Drehungswinkel QOR = ORM sei = ρ, der zur Erreichung des Fusionsnahepunktes P erforderliche Drehungswinkel sei = π. Wird nun der die gesammte Fusionsbreite repräsentirende Winkel ROP mit φ bezeichnet, so ist $\varphi = \pi - \rho$.

Der Winkel φ werde von OQ angetragen und mit F der Punkt bezeichnet, in welchem der Schenkel des Winkels die Medianlinie schneidet; die Abstände der Punkte R, F, P von O werden mit den gleichen deutschen Buchstaben bezeichnet. Dann ist

$$d = \mathfrak{F} \sin. \varphi = \mathfrak{P} \sin. \pi = \mathfrak{R} \sin. \rho$$

und solange es sich um Winkel von geringer Grösse handelt

$$d = \mathfrak{F}\varphi = \mathfrak{P}\pi = \mathfrak{R}\rho.$$

Fig. 1.

Da $\varphi = \pi - \rho$ ist, so ist

$$\frac{d}{\mathfrak{F}} = \frac{d}{\mathfrak{P}} - \frac{d}{\mathfrak{R}} \text{ oder } \frac{1}{\mathfrak{F}} = \frac{1}{\mathfrak{P}} - \frac{1}{\mathfrak{R}}.$$

$\frac{d}{\mathfrak{F}}$ resp. $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, oder der Sinus resp. Bogen des Winkels φ, ist gleich der Fusionsbreite und für sie gilt also ein analoger Satz wie für die Accommodationsbreite: **Die Fusionsbreite ist gleich der Differenz der reciproken Werthe der vom Auge aus gemes-**

senen Abstände des Fusionsnahepunktes und Fernpunktes.

Wenn 𝔓 und 𝔑 in Metern ausgedrückt werden, so drückt sich die Fusionsbreite in Meterwinkeln aus, analog wie die Accommodationsbreite in Meterlinsen.

v. Graefe*) hat zuerst den Ausdruck Fusionsbreite gebraucht und verstand darunter den bei einem bestimmten Accommodationszustande disponiblen Spielraum für die Sehlinienconvergenz. Den gesammten für die Fusionsbewegungen verfügbaren Spielraum ohne Rücksicht auf die Accommodation hat er Adductionsbreite genannt. Wir werden im Folgenden, um die Analogie zwischen Accommodation und Fusion möglichst aufrecht zu erhalten, letztere Grösse als absolute Fusionsbreite bezeichnen, während wir den Theil der Fusionsbreite, welcher bei bestimmter optischer Einstellung verwendbar ist, als relative Fusionsbreite unterscheiden. Wie die Accommodationsbreite durch eine bestimmte Sehlinienconvergenz, so wird die Fusionsbreite durch einen bestimmten Accommodationszustand eingeschränkt.

Ich habe für die mir zu Gebote stehenden Prismen und ihre Combinationen die Ablenkung direct gemessen, indem ich das Bild auf eine in 1 Meter Abstand befindliche ebene Tafel projicirte. Die Prismen standen dabei stets in gleichem Abstande vom Auge (c. 2 Cm. vom Knotenpunkte entfernt) und soweit das Augenmass gestattete, in der Stellung des Minimum der Ablenkung.

Die Zahl, welche die Verschiebung des Bildes in Metertheilen ausdrückt, ist unmittelbar gleich der trigonometrischen Tangente des Ablenkungswinkels, welcher letztere sich also sehr leicht berechnen lässt.

Die Ergebnisse der Messungen sind in der folgenden Tabelle enthalten:

---

*) Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde VII. 1. pag. 255.

Tabelle I.

Nummer des Prisma, angeblich nach Winkelgraden.	Lineäre Ablenkung auf 1 Meter Abstand in Centimetern.	Ablenkungswinkel.
1.	1,4	48′
2.	1,65	57′
3.	2,7	1° 33′
4.	3,7	2° 7′
5.	4,5	2° 34′
6.	5,5	3° 9′
7.	6,5	3° 43′
8.	7,7	4° 25′
9.	8,7	4° 57′
10.	9,6	5° 29′
12.	11,4	6° 30′
14.	12,4	7° 8′
16.	15,5	8° 55′
18.	17,7	10° 12′
20.	19,8	11° 25′
30.	30,0	17° 30′
40.	42,0	24° 50′
50.	55.0	33° 20′
60.	75,0	49° 40′

Hat man die stärksten positiven und negativen Prismen ermittelt, welche bei bestimmtem Abstande des Fixirpunktes überwunden werden, so wird deren Summe, weil wir den Fusionswerth für jedes einzelne Auge finden wollen, mit 2 dividirt. Die Tabelle giebt den Betrag der Ablenkung in Winkelgraden, durch Division mit dem der Versuchsperson zukommenden Betrage des Meterwinkels findet man die Fusionskraft des Prisma und damit auch nahezu die Grösse der Fusionsbewegung in Meterwinkeln ausgedrückt. Ein Beispiel wird dies erläutern: Ich überwinde beim Blick auf einen fernen Gegenstand noch die Prismencombination 100° in adducirender Stellung; davon kommen auf jedes Auge 50°. Der Ablenkungswinkel derselben beträgt 33° 20′; mein Drehpunktsabstand ist 60,5 Mm., der zugehörige Meterwinkel 1,732°. Also beträgt die bei der Ueberwindung des Prisma aufgewendete Convergenzbewegung $\frac{33.333}{1.732} = 19.24$ Mw.

Ein Normalmass der absoluten Fusionsbreite lässt sich nicht wohl angeben; die Grösse derselben zeigt innerhalb physiologischer Grenzen individuelle Verschiedenheiten; doch scheinen dieselben nicht so bedeutend zu sein, wie bei der Accommodationsleistung. Auch bei dem einzelnen Individuum sind die Wandelungen der Leistungen des Fusionsapparates in den verschiedenen Lebensaltern nicht so auffallend, wie bei dem Accommodationsvermögen: während letzteres von der Jugend an bis in's Alter stetig abnimmt, bleibt, wie es scheint, die Fusion, wenn auch in der Jugend kräftiger als im Alter, doch mehr constant. Der Einfluss der Uebung ist unverkennbar, scheint sich jedoch mehr auf die Erzeugung eines activen Willensimpulses als auf die Leistungsfähigkeit des Fusionsapparates zu erstrecken.

Die absolute Fusionsbreite kann, wie die absolute Accommodationsbreite, bei den verschiedensten Stellungen des Fixirobjectes bestimmt werden. Ermittelt man bei Betrachtung eines innerhalb des Accommodationsspielraumes gelegenen Objectes die stärksten Concavgläser und die schwächsten Convexgläser, mittelst deren das Object deutlich gesehen werden kann, so lässt sich daraus die absolute Accommodationsbreite unmittelbar berechnen. In analoger Weise kann aus den stärksten positiven und negativen Prismen, mit denen noch einfach, wenn auch nicht mehr scharf gesehen werden kann, die absolute Fusionsbreite bestimmt werden.

Der absolute Fusionsnahepunkt lässt sich auch noch in der Weise unmittelbar bestimmen, dass man den Convergenzwinkel d. h. den Winkel, unter welchem die beiden Sehlinien zusammenstossen, direct aufzeichnet, indem man eine Fläche horizontal vor beide Augen hält und einem auf derselben in der Medianlinie herangeführten Gegenstande folgt bis zum Convergenzmaximum. Ich fand für mich als Maximum des Convergenzwinkels in fünf nach einander angestellten Versuchen folgende Werthe: 75°, 76°, 73°, 75°, 76°, also nicht jene bedeutenden Schwankungen, wie sie Schneller*) für sich angiebt.

---

*) Archiv f. Ophthalm. 3. pag. 177. Schneller fand für sich als

Construire ich über meinem Drehpunktsabstande 60.5 Mm. als Basis ein gleichschenkliges Dreieck mit Winkeln von 76° an der Grundlinie, so ist jede Seite desselben gleich dem Abstande des absoluten Fusionsnahepunkts = 5,1 Ctm. Dr. Schleich (Emmetrop) fand für sich bei diesen Versuchen einen Winkel, der zwischen 77—80° schwankte. Sein absoluter Fusionsnahepunkt liegt demnach, letzteren Winkel als Maximum der Convergenz angenommen, bei einem Drehpunktsabstande von 71 Mm., in 5,5 Ctm. Entfernung von jedem Auge.

In ähnlicher Weise lässt sich auch der absolute Fusionsfernpunkt direkt bestimmen. Ich stellte die beiden Hälften eines stereoskopischen Bildes in dem Abstande von 20 Ctm. vom Auge auf, entfernte sie alsdann allmählich von einander, wobei ich die Doppelbilder durch Divergenz der Sehlinien vereinigte. Die grösste Entfernung, in der die Verschmelzung gelang, betrug 78,5 Mm., also beträgt die lineäre Ablenkung der Blicklinien auf 20 Ctm. 18 Mm.; auf 1 M. Abstand macht dies 90 Mm. aus, für jedes Auge 45 Mm., der entsprechende Ablenkungswinkel beträgt $2^\circ 34' = 2{,}566^\circ$. Durch Division mit meinem Meterwinkel ergiebt sich als absoluter Fusionsfernpunkt für mich — 1,48 Mw. Dr. Schleich konnte die Bilder bis auf 87 Mm. Entfernung ausziehen; also beträgt die lineäre Ablenkung auf $^1/_5$ Meter 16 Mm., oder 80 Mm. auf 1 Meter, 40 Mm. für jedes Auge. Dieser entspricht ein Ablenkungswinkel von $2^\circ 20'$. Also beträgt das Maximum der möglichen Abduction 1,14 Mw. $\left(\frac{2.333}{2.034}\right)$.

Die mittelst der Prismen erlangten Resultate über die absolute Fusionsbreite, welche ich hier gleich anschliessen will, sind in den folgenden 2 Tabellen zusammengestellt, von Dr. Schleich in Tabelle 2, von mir in Tabelle 3.

Maximum der Convergenz in vier hinter einander angestellten Versuchen 91°, 86°, 81°, $68^1/_2$°.

Tabelle 2.

Absolute Fusionsbreite, durch Prismen bei verschiedenen Objectabständen bestimmt (Dr. Schleich).

Objectsabstand in Metern.	Adducirende Prismen für jedes Auge	Positiver Theil der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.	Abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.	Grösse der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.
∞	55	20.40	6.5	1.68	22.08
1	53	19.39	8	2.17	21.56
1/2	52,5	18.39	12	3.19	21.58
1/5	50	16.38	22.5	6.36	22.74
1/10.	37,5	11.30	40	12.20	23.50

Tabelle 3.

Absolute Fusionsbreite, durch Prismen bei verschiedenen Objectabständen bestimmt (Bisinger).

Objectsabstand in Metern.	Adducirende Prismen für jedes Auge	Positiver Theil der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.	Abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.	Grösse der absoluten Fusionsbreite in Meterwinkeln.
∞	50	19.24	6	.1.81	21.05
1	48	18.6	7 1/2	2.34	20,94
1/2	45	16.79	11	3.44	20.23
1/5	40	14.33	20	6.58	20.91
1/10.	30	10.10	32	11.16	21.26

Aus den Tabellen geht hervor, dass mit abnehmendem Objectabstande die überwundenen adducirenden Prismen schwächer, die abducirenden stärker werden. Dem entsprechend nimmt der durch die Fusionskraft der ersteren repräsentirte positive Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$ stetig ab, der negative zu. Die Summe beider d. i. die Grösse der absoluten Fusionsbreite ist für alle Distanzen annähernd die gleiche. Streng genommen müsste sie absolut gleich sein; die sich ergebenden Differenzen kommen auf Rechnung der Beobachtungsfehler und der raschen Ermüdung unseres Fusionsapparates bei den geforderten extremen Leistungen. Prof. Nagel hat schon vor Jahren für sich die absolute Fusionsbreite bestimmt und ist zu demselben Resultat gekommen; die Divergenz betrug für ihn 6—8°, die Convergenz

45—48° in Winkelgraden; die Grösse der absoluten Fusionsbreite schwankte also zwischen 51—56°.

Wir haben bisher das Verhalten der Accommodation bei den Fusionsbewegungen ausser Acht gelassen. Das betrachtete Object, wenn es auch einfach gesehen wird, erscheint jedoch undeutlich, sobald die Prismen über eine gewisse Stärke hinausgehen, theils in Folge der astigmatischen Wirkung des Prisma, theils bedingt durch nicht richtige Accommodation, weil durch die Aenderung der Convergenz unwillkürlich auch die Accommodation geändert wird.

Verlangen wir jetzt, dass das Fixationsobject nicht bloss einfach, sondern auch scharf gesehen werde, wenigstens soweit die astigmatische Wirkung des Prisma es gestattet, so können jene starken Prismen nicht mehr überwunden werden; das Fusionsgebiet wird bedeutend eingeschränkt. Doch bleibt auch bei genauer optischer Einstellung ein gewisser Spielraum für die Richtung der Blicklinien übrig: die *relative Fusionsbreite*. Dieselbe zerfällt ebenfalls in einen positiven und negativen Theil; ersterer drückt aus, um wie viel bei gleichbleibender Accommodation die Convergenz vermehrt, letzterer, um wie viel sie unter derselben Voraussetzung vermindert werden kann. Der positive Theil wird, wie bei der absoluten Fusionsbreite, bestimmt mit adducirenden, der negative mit abducirenden Prismen. Aus dem stärksten adducirenden Prisma ergiebt sich der *relative Fusionsnahepunkt* $(\mathfrak{p}_1)$, aus dem stärksten abducirenden Prisma der relative Fusionsfernpunkt $(\mathfrak{r}')$. Bezeichnen wir die relative Fusionsbreite mit $\frac{1}{\mathfrak{F}'}$, den Abstand des relativen Fusionsnahepunktes vom Auge mit $\mathfrak{P}_1$, den Abstand des relativen Fusionsfernpunktes mit $\mathfrak{R}_1$, so wiederholt sich die der absoluten Fusionsbreite analoge Formel: $\frac{1}{\mathfrak{F}'} = \frac{1}{\mathfrak{P}'} - \frac{1}{\mathfrak{R}'}$ d. h. die relative Fusionsbreite ist gleich der Differenz der reciproken Werthe der Abstände des relativen Fusionsnahe- und Fernpunktes. Sie wird, wie die absolute, in Meterwinkeln ausgedrückt.

Die Untersuchungen über die relativen Fusionsbreiten bilden

das Gegenstück zu denen über die relativen Accommodationsbreiten. Beide stehen natürlich in enger Beziehung zu einander. Ich habe diese Versuche in ganz analoger Weise, mit dem gleichen Apparate und an denselben Personen angestellt, wie für die relativen Accommodationsbreiten.

Zuerst wird bei Emmetropen der relative Fusionsfern- und Nahepunkt bei Fixation eines fernen Gegenstandes bestimmt. Bei Myopen beginnt die Untersuchung im Fernpunktsabstande. Dann wird in den verschiedenen Entfernungen von 1, $^1/_2$, $^1/_3$ etc. Meter das Object zunächst mit blossem Auge fixirt, um sich den Grad der Deutlichkeit, mit welcher die erkennbar kleinsten Punkte gesehen werden, einzuprägen. Hierauf werden successive stärkere Prismen vorgehalten, bis angegeben wird, dass die Punkte verschwimmen. Zur Controle wird noch das nächst schwächere und stärkere Prisma zum Vergleich gegeben. Fällt die Entscheidung zweifelhaft aus, so wird das mittlere Prisma vorläufig angemerkt und zu einer anderen Objectsdistanz übergegangen und erst nach dieser die vorhergehende Bestimmung noch einmal gemacht. Die Beobachtungsreihe schliesst ab im binocularen Accommodationsnahepunkte.

Ein besimmter Gang der Untersuchung, etwa zuerst mit abducirenden Prismen, braucht nicht eingehalten zu werden. Doch ist es auch hier zweckmässig, die Objectsabstände bei zwei nach einander folgenden Beobachtungen möglichst verschieden zu nehmen. Die Angaben fallen dabei sicherer und zuverlässiger aus, als wenn die Versuchsbedingungen nur wenig geändert sind.

Die Berechnung der Grösse der relativen Fusionsbreite geschieht ganz in der gleichen Weise, wie die der absoluten. Beispiel: Ein Emmetrop überwindet bei Fixation eines fernen Gegenstandes bei vollkommen scharfer Einstellung das Doppelprisma 8 und 10 in adducirender Stellung, auf jedes Auge kommt also Prisma 9; dieses lenkt auf 1 Meter Abstand um 8,7 Ctm. ab, der Ablenkungswinkel ist $4^0 57' = 4.95^0$. Der Drehpunktsabstand beträgt 67 Mm. der zugehörige Mw. $1^0 55' 10''$ $= 1{,}919^0$. Wollen wir also den Fusionswerth in Meterwinkeln

erfahren, so bekommen wir $\frac{4.95}{1.919} = 2,57$ Mw. Diese Grösse stellt, weil es adducirende Prismeu waren, deu positiven Theil der relativen Fusionsbreite bei vollständiger Accommodationserschlaffung vor. — Oder: derselbe überwindet bei eiuem Objectsabstande von 25 Ctm. mit beiden Augen zusammen das abducirende Prisma 16, also 8 mit jedem Auge. Die lineäre Ablenkung desselben auf 1 Meter beträgt 7,7 Ctm., der Ablenkungswinkel $4^0 25^1 = 4,416^0$. Also ist der Werth des negativen Theils der relativen Fusionsbreite bei eiuem Accommodationsaufwande von 4 Ml. $\frac{4.416}{1.919} = 2,3$ Mw. d. h. das Individuum kann bei einer optischen Einstellung auf ein in 1/4 Meter Entfernung befindliches Object jede Blicklinie um 2,3 Meterwinkel nach aussen wenden.

Die Bestimmung der relativen Fusionsbreiten ist schwieriger, als die der relativen Accommodationsbreiten. Ungeübte haben häufig Schwierigkeiten mit der Verschmelzung der Doppelbilder. Man bekommt viel mehr den Eiudruck des Ungewohnten und Erzwungenen, als bei den analogen Bestimmungen mittelst Linsen. Die ersten Angaben sind meist sehr schwankend; denn die Entscheidung, ob mit einem stärkeren Prisma ebenso scharf gesehen wird, als mit einem wenig schwächeren, ist nicht so leicht zu treffen, was ohne Zweifel von der unregelmässigen Brechung der Prismen abhängt. Es empfiehlt sich, die Prismen möglichst gleichmässig auf beide Augen zu vertheilen, damit die durch das Glas bedingte Undeutlichkeit der Bilder auf beiden Augen gleich ausfalle. Auch die richtige Stellung der Prismen ist nicht so leicht zu controliren.

Um zuverlässige Resultate zu erlangen, siud daher häufig wiederholte Controlversuche uöthig. Ich habe diese in der Weise angestellt, dass ich zunächst zu starke Prismen einsetzte und diese dann successive durch entgegengesetzte abschwächte.

Mittelst der beschriebenen Methode habe ich bei füuf Versuchspersonen bezüglich des Zusammenhanges zwischen Accommodation und Convergenz die im Folgenden angegebenen Re-

sultate erlangt, die der Uebersicht halber tabellarisch geordnet und ausserdem graphisch dargestellt sind. In den Tabellen über die relativen Accommodationsbreiten enthält die erste Rubrik die Convergenzgrade in Meterwinkeln ausgedrückt, die zweite den zugehörigen Accommodationsbetrag bei binocularer Fixation in Meterlinsen. Die dritte Rubrik giebt die Nummer der überwundenen Concavgläser in Meterlinsen, die vierte den wirklichen Werth des durch sie repräsentirten Theiles der relativen Accommodationsbreite; die fünfte Rubrik die Nummern der überwundenen Convexgläser. Diesseits eines gewissen Convergenzbetrages, welcher dem binocularen Nahepunkt entspricht, bedarf das Auge der Unterstützung von Convexgläsern, um näher liegende Punkte scharf sehen zu können: das schwächste Convexglas, welches dieses ermöglicht, ergiebt den relativen Nahepunkt, das stärkste Convexglas den relativen Fernpunkt. Deshalb haben wir in diese Rubrik von einem bestimmten Convergenzgrade ab zwei Werthe einzutragen. Die sechste Rubrik enthält den durch die Convexgläser repräsentirten negativen Theil der relativen Accommodationsbreite: diese Werthe sind ebenfalls kleiner als die entsprechenden Convexgläser in Folge der Berücksichtigung des Linsenabstandes vom Auge. Die siebente Rubrik endlich gibt die Summe des positiven und negativen Theils, somit die Gesammtgrösse der relativen Accommodationsbreite.

Siehe Tabelle 4 auf Seite 80.

Tabelle 4 giebt die Untersuchungsresultate von Joh. Haller, 26 Jahre alt, Hausdiener an der hiesigen Augenklinik. Derselbe ist Emmetrop; S. = $\frac{5}{4}$. Physiologische Experimente sind ihm durchaus fremd und stellt er in dieser Beziehung einen reinen Naturmenschen dar.

Die Werthe der zwei ersten Rubriken sind gleich gross, weil der Emmetrop bei jedem Convergenzgrade den äquivalenten Accommodationsbetrag aufwendet. Die Reihe der überwundenen Concavgläser zeigt bei zunehmender Convergenz eine stufenweise abnehmende Stärke. Bei einem Convergenzbetrage von 8 Mw werden überhaupt keine mehr überwunden. Dem ent-

Tabelle 4.

Relative Accommodationsbreiten Joh. Haller, 26 Jahre alt.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene Concavgläser.	Positiver Theil von $\frac{1}{A1}$	Ueberwundene Convexgläser.		Negativer Theil von $\frac{1}{A1.}$	Grösse von $\frac{1}{A1.}$
0	0	—3,25	3,05	0		0	3,05
1	1	—3,0	2,73	0,75		0,74	3,47
2	2	—3,0	2,63	1,75		1,68	4,31
3	3	—3,0	2,49	2,75		2,08	4,57
4	4	—2,5	2,02	3,5		2,84	4,86
5	5	—2,0	1,58	4,0		3,57	5,15
6	6	—1,5	1,16	4,75		3,84	5,0
7	7	—0,75	0,63	5,25		4,23	4,86
8	8	0	0	6,0		4,71	4,71
				stärkstes	schwächstes		
9	9	0	0	7,0	1,5	5,31—0,81	4,5
10	10	0	0	8,0	2,75	5,87—1,81	4,06
11	11	0	0	8,75	4,25	6,0—2,74	3,26
12	12	0	0	9,75	6.0	6,5—3,74	2,76
13	13	0	0	10,5	7,5	6,7—4,5	2,2
14	14	0	0	11,75	9,0	7,4—5,4	2,0
15	15	0	0	13,0	11,25	7,6—6,3	1,3
16	16	0	0	14,0	13,0	8,0—7,31	0,69
17	17	0	0	15,5	15,5	8,1—8,1	0

sprechend nimmt der positive Theil von $\frac{1}{A'}$ bei steigender Convergenz stetig ab und wird endlich bei einer Convergenz von 8 Mw. = 0, d. h. in $^1/_8$ Meter liegt der nächste Punkt, auf den das Individuum zugleich convergiren und accommodiren kann: der binoculare Nahepunkt. Die überwundenen Convexgläser werden successive stärker, also der negative Theil von $\frac{1}{A'}$ zunehmend grösser, und erreicht im binocularen Nahepunkte sein Maximum von 4,71 Ml. d. h. dieser Emmetrop ist im Stande, bei einer Convergenz auf $^1/_8$ Meter seine Accommodation um fast $4^3/_4$ Meterlinsen zu erschlaffen. Von da an nimmt der negative Theil wieder stetig ab. Der Unterschied

zwischen stärkstem und schwächstem Convexglase wird immer geringer, dem entsprechend das Accommodationsbereich immer schmäler, bis es bei einer Convergenz von 17 Mw. = 0 wird. Wie aus der Tabelle ersichtlich, weist der negative Theil von $\frac{1}{A_{,}}$ etwas höhere Zahlenwerthe auf, als der positive. Die Werthe für $\frac{1}{A_{,}}$ zeigen eine ziemlich gleichmässige Progression und hernach eine eben solche Abnahme; das Maximum von 5,15 Ml. fällt auf die Convergenz von 5 Mw. In der obersten Reihe ist der positive Theil von $\frac{1}{A_{,}}$ identisch mit dem Grössenwerth von $\frac{1}{A_{,}}$ d. h. die relative Accommodationsbreite ist bei parallelen Blicklinien ganz positiv; diesseits des binocularen Nahepunktes ist kein positiver Theil mehr vorhanden, $\frac{1}{A_{,}}$ ist ganz negativ.

Die Ziffern sind verhältnissmässig niedrig für einen Emmetropen von diesem Lebensalter. Man darf jedoch daraus nicht auf eine mangelhafte Energie des Accommodationsapparates schliessen, sondern dies rührt ohne Zweifel daher, dass die Intention zur stärksten Innervation des Accommodationsmuskels von Individuen, die solche Versuche nie gemacht und die daran kein eigenes Interesse haben, überhaupt nicht zu erreichen ist.

Siehe Tabelle 5 auf Seite 82.

Die Tabelle 5 repräsentirt die relative Accommodationsbreite eines 13jährigen Mädchens, Marie Hunzinger; $r = \frac{5}{4}$. Hm. 0,5. Dasselbe zeigte sich intelligent genug, um zuverlässige Angaben zu machen. Um die Untersuchung etwas abzukürzen, wurden bei den geringeren Convergenzgraden einzelne Abstände übersprungen und nur bei den höheren die zugehörige Accommodationsbreite in allen Distanzen bestimmt. Die fehlenden Zahlenwerthe lassen sich leicht durch Interpolation ergänzen.

Tabelle 5.

Relative Accommodationsbreiten. Marie Hunzinger, 13 Jahre alt.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene Concavgläser.	Positiver Theil von $\frac{1}{A^1}$	Ueberwundene Convexgläser.		Negativer Theil von $\frac{1}{A^1}$	Grösse von $\frac{1}{A^1}$
0	0	—2,5	2,38	0,5		0,49	2,87
1	1						
2	2	—4,5	3,81	1,0		0,94	4,75
3	3						
4	4	—4,0	3,19	1,75		1,5	4,69
5	5						
6	6	—2.5	2.33	2,5		2,0	4,33
7	7						
8	8	—0,5	0,49	3,5		2,63	3,12
9	9	0	0	stärkstes	schwächstes		
10	10	0	0	5,25	1,5	3,67—0,91	2,76
11	11	0	0				
12	12	0	0	7,25	4,5	4,71—2,74	1,97
13	13	0	0	8,75	6,0	5,31—3,57	1,74
14	14	0	0	10,0	7,75	6.10—4,48	1,62
15	15	0	0	12,0	10,0	6,9—5,48	1,42
16	16	0	0	13,0	11,5	7,3—6,3	1,0
17	17	0	0	15,5	14,5	8,08—7,39	0,69

Die überwundenen Concavgläser sind anfänglich schwach, werden dann rasch stärker und sinken wieder bei zunehmender Convergenz bis zum binocularen Nahepunkte, der zwischen $^1/_8$ und $^1/_9$ Meter fällt. Der positive Theil von $\frac{1}{A}$ zeigt dem entsprechend ein rasches Anwachsen und hat bei einem Convergenzbetrage von 2 Mw. schon sein Maximum von 3,81 Ml. erreicht, eine Höhe, die von dem Versuchsindividuum der Tabelle 4 nicht erlangt wurde. Gleichwohl entsprechen auch hier die Zahlenwerthe gewiss nicht dem Vollwerthe der von diesem jugendlichen Individuum erzielbaren Accommodationsanspannung. Zu dem bei der vorigen Tabelle angeführten Grunde hiefür kommt hier noch die vorhandene geringe Hyperopie ins Spiel, die sich bei der ophthalmoskopischen Untersuchung als etwas

höher (ca. 0,75) erweist, als bei der Prüfung mittelst Convexgläsern. Eigentlich müssten die Accommodationsbeträge der zweiten Rubrik dem Grade der vorhandenen Hyperopie entsprechend höher angegeben sein. Allein weil dieselbe ganz gering ist, können wir den Unterschied vernachlässigen und das Individuum als emmetropisch betrachten. In Folge der manifesten Hyperopie wird schon bei parallelen Blicklinien Convex 0,5 angenommen; wir haben also gleich von Anfang einen negativen Theil von $\frac{1}{A_{/}}$. Derselbe bleibt jedoch klein d. h. das Individuum vermag bei einer bestimmten Convergenzanstrengung nur einen geringen Theil der zugehörigen Accommodation zu erschlaffen. Der Gesammtwerth der relativen Accommodationsbreiten ist sehr klein; das Maximum von 4,75 Ml. fällt schon auf einen Convergenzbetrag von 2 Mw. und ist wesentlich durch die Grösse des positiven Theils bedingt. Von einer Convergenz auf ¹/₉ Meter ab ist $\frac{1}{A_{/}}$ ganz negativ. Die niedrigen Zahlen der Tabelle zeigen an, dass bei dem jugendlichen Individuum die Verbindung zwischen Accommodation und Convergenz ziemlich fest ist.

Jenseits einer Convergenz von 17 Mw. ist die Adductionsanstrengung zu gross, als dass sie für die Dauer der Untersuchung eingehalten werden könnte. Es wurde daher der absolute Nahepunkt direct bestimmt. Es ergab sich eine Entfernung von 9,4 Ctm. von der Oberfläche der Cornea oder 10,1 Ctm. vom Knotenpunkt des Auges gerechnet. Dem entspricht eine Accommodationsleistung von 9.9 Ml. Das Maximum der Convergenz, welche dabei aufgewendet war, betrug 19 Mw.

Siehe Tabelle 6 auf Seite 84.

Die Tabelle 6 enthält die Zahlen, die sich bei den Untersuchungen für Dr. Schleich ergeben haben. Alter: 28 Jahre; $S = \frac{5}{3}$; er ist wiederholt durch frühere Untersuchungen als Emmetrop erwiesen, doch hat sich in letzter Zeit, wie auch schon früher beobachtet wurde, eine myopische Einstellung von 0.5 gezeigt, welche wohl als Accommodationskrampf zu be-

Tabelle 6.

Relative Accommodationsbreiten. Dr. Schleich, 28 Jahre alt.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene Concavgläser.	Positiver Theil von $\frac{1}{A_{,}}$.	Ueberwundene Convexgläser.		Negativer Theil von $\frac{1}{A_{,}}$.	Grösse von $\frac{1}{A_{,}}$.
0	0	—4,5	4,17	0		0	4,17
1	1	—4,25	3,79	0,25		0,24	4,03
2	2	—4,0	3,43	0,75		0,71	4,14
3	3	—5,0	4,10	2,0		1,81	5,91
4	4	—5,0	3,89	3,5		2,83	6,72
5	5	—4,5	3,4	5,0		4,46	7,86
6	6	—4,0	2,92	6,25		5,41	8,33
7	7	—3,5	2,52	8,0		6,86	9,38
8	8	—3,0	1,9	9,25		7,73	9,63
9	9	—2,25	1,5	10,5		8,68	10,18
10	10	—1,0	0,63	12,0		9,5	10,13
11	11	0	0	13,0		9,92	9,92
				stärkstes	schwächstes		
12	12	0	0	14,0	1,5	10,25—0,77	9,48
13	13	0	0	15,0	3,25	10,62—1,64	8,98
14	14	0	0	16,0	4,75	10,8—2,64	8,16
15	15	0	0	17,0	7,0	10,8—3,64	7,16
16	16	0	0	16,0	8,75	9,47—4,51	4,96

trachten ist; ich habe dieselbe in der Tabelle nicht weiter berücksichtigt. Die Werthe der relativen Accommodationsbreiten, anfangs verhältnissmässig klein, erreichen hier ganz ungewöhnliche Grössen. Diese hohen Zahlen sind wesentlich durch die Grösse des negativen Theils bedingt; der positive Theil weist mittlere Werthe auf. Das Maximum für $\frac{1}{A_{,}}$ von 10,18 fällt auf eine Convergenz von 9 Mw., das Maximum des negativen Theils 9,92 auf eine Convergenz von 11 Mw. d. h. der Untersuchte ist im Stande, bei einer Convergenz auf $^1/_{11}$ Meter die Accommodation fast vollständig zu erschlaffen. Wir haben hierin ein instructives Beispiel, bis zu welchem Grade die Lösung der Verbindung zwischen Accommodation und Convergenz durch Uebung gedeihen kann. Dr. Schleich hat als mehr-

jähriger Assistenzarzt an der ophthalmiatrischen Klinik viele physiologische Versuche angestellt und seine Accommodation ziemlich unabhängig von der Convergenz gemacht.

Ausserdem zeigt die Tabelle die auffallende Erscheinung, dass bei zunehmender Convergenz unverhältnissmässig stärkere Convexgläser angenommen werden, so bei einer Convergenz von 5 Mw. + 5, bei 6 Mw. + 6,25, bei 7 Mw. + 8,0 bei 8 Mw. + 9,25 u. s. f. Es geht daraus hervor, dass in diesem Falle bei steigendem Convergenzbetrage die Accommodation noch mehr erschlafft werden kann, als bei parallelen Blicklinien und niedrigen Convergenzgraden. Diese Punkte wurden, eben weil die Sache sehr unwahrscheinlich erschien, wiederholt controlirt.

Das Maximum der Convergenz liegt in $\frac{1}{17.6}$ Meter. Der direkt bestimmte absolute Accommodationsnahepunkt liegt 7,9 Ctm. von der Cornea, 8,6 Ctm. vom Knotenpunkt des Auges ab: dem entspricht eine Accommodationsleistung von 11,6 Ml.

Die drei vorhergehenden Tabellen beziehen sich auf Individuen, welche der emmetropischen Refraction sehr nahe stehen.

Es folgen jetzt noch zwei Beobachtungsreihen von Myopen mittleren Grades.

Siehe Tabelle 7 auf Seite 86.

In der Tabelle 7 sind die Beobachtungen an mir selbst niedergelegt. Meine Refraction ist Myopie 2, $S = \frac{5}{4} - \frac{5}{3}$. Da in diesem Falle bis zu einer Convergenz auf ½ Meter die Accommodation völlig ruht, so beginnen die Werthe in der zweiten Rubrik erst bei einem Convergenzbetrage von 3 Mw., hier ist der Accommodationsbetrag = 1 Ml., bei 4 Mw. = 2 Ml., bei 5 Mw. = 3 Ml., u. s. w., kurz derselbe ist immer um 2 niedriger als der betreffende Convergenzgrad.

Bei parallelen Sehlinien wird Concav 7,5 überwunden; diesem Werthe entspricht jedoch keineswegs die Accommodationsleistung, sondern zwei Meterlinsen gehen davon ab wegen der Myopie 2 und dann kommt noch der Abstand des Glases in Rechnung. Nach diesen Abzügen bleibt als positiver Theil

Tabelle 7.

Relative Accommodationsbreiten. H. Bisinger, 26 Jahre alt.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene Concavgläser.	Positiver Theil von $\frac{1}{A_{,}}$	Ueberwundene Convexgläser.		Negativer Theil von $\frac{1}{A_{,}}$	Grösse von $\frac{1}{A_{,}}$
0	0	—7,5	4,57	0		0	4,57
1	0	—7,25	5,19	0		0	5,19
2	0	—6,0	5,49	0		0	5,49
3	1	—6,0	4,75	1,0		0,88	5,63
4	2	—5,25	4,06	2,0		1,77	5,83
5	3	—5,0	3,71	3,0		2,56	6,27
6	4	—4,0	2,92	4,0		3,5	6,42
7	5	—3,0	2,16	4,75		3,8	5,96
8	6	—2.0	1,43	5,75		4,43	5,86
9	7	—1,0	0,7	6,75		5,0	5,7
10	8	0	0	7,5		5,46	5,46
				stärkstes	schwächstes		
11	9	0	0	8,5	1,5	5,74—0,9	4,84
12	10	0	0	9,5	3,0	6,12—1,8	4,32
13	11	0	0	10,0	4,5	6,42—2,59	3,83
14	12	0	0	10,5	6,0	6,4—3,4	3,0
15	13	0	0	11,0	8,0	6,2—4,3	1,9
16	14	0	0	11,5	9,75	6,3—5,2	1,1
17	15	0	0	12,5	12,0	6,2—5,8	0,4

von $\frac{1}{A_{,}}$ bei parallelen Blicklinien ein Werth von 4,57 Ml. Bei einem Convergenzbetrage von 1 Mw. wird — 7,25 überwunden, also ein schwächeres Concavglas als vorher; gleichwohl ist die Accommodationsleistung eine grössere und kommt dem Werthe von 5,19 Ml. gleich. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich ebenfalls aus der vorhandenen Myopie, weil ich, um auf 1 Meter Abstand scharf zu sehen, ein Concavglas brauche, das den Fernpunkt von $^1/_2$ Meter auf 1 Meter hinausrückt, also — 1, wobei die Accommodation völlig unthätig bleibt. Demgemäss muss an den überwundenen — 7,25 einmal 1 Ml. abgezogen werden; ausserdem ist wieder der Linsenabstand zu berücksichtigen. Bei einem Convergenzbetrage von 2 Mw. über-

winde ich — 6; in dieser Entfernung sehe ich scharf bei vollständiger Accommodationsruhe, dagegen veranlasst jedes vorgehaltene Concavglas eine Accommodationsanstrengung im Werthe des betreffenden Glases. Deshalb ist jetzt ausser der Berücksichtigung des Linsenabstandes kein weiterer Abzug zu machen. Der positive Theil von $\frac{1}{A_{/}}$ erreicht hier sein Maximum von 5,49 Ml., also im Vergleiche zu den zwei ersten Tabellen eine für mein Alter (26 Jahre) ziemlich hohe Ziffer. Von da an wird die disponible Accommodationssteigerung gleichmässig von Punkt zu Punkt kleiner bis zum binocularen Nahepunkt, der in $^1/_{10}$ Meter liegt, womit ein Accommodationsbetrag von 8 Ml. verbunden ist. Diesseits des binocularen Nahepunktes ist $\frac{1}{A_{/}}$ negativ, andererseits werden bis zum Fernpunktsabstande keine Convexgläser angenommen, $\frac{1}{A_{/}}$ ist also anfangs ganz positiv. Erst bei einer Convergenz auf $^1/_3$ Meter kommt auch ein negativer Theil vor und gewinnt rasch an Ausdehnung. Die grösste Accommodationserschlaffung ist möglich im binocularen Nahepunkte, wo noch mit + 7,5 deutlich gesehen wird, was ein Nachlassen der Accommodationsanspannung um 5,46 Ml. bedeutet.

Der absolute Accommodationsnahepunkt liegt 8,2 Ctm. von der Cornealoberfläche, 8,9 Ctm. vom Knotenpunkt des Auges entfernt: die Accommodationsleistung beträgt demgemäss 11,2 Ml.

Die Gesammtausdehnung meiner relativen Accommodationsbreiten ist ziemlich gross, am grössten bei einer Convergenz auf $^1/_6$ Meter.

Siehe Tabelle 8 auf Seite 88.

Tabelle 8 giebt die Untersuchungsresultate von Cand. med. Ernst Müller, 23 Jahre alt. Myopie 4, $S = \frac{5}{4}$.

Auch hier bleibt wegen der Myopie der Accommodationsbetrag hinter dem Convergenzgrade um 4 zurück und ist $\frac{1}{A_{/}}$ bis zu einer Convergenz auf $^1/_4$ Meter positiv. Der Ac-

Tabelle 8.

Relative Accommodationsbreiten. Stud. Müller, 23 Jahre alt.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene Concavgläser.	Positiver Theil von $\frac{1}{A_,}$	Ueberwundene Convexgläser.		Negativer Theil von $\frac{1}{A_,}$	Grösse von $\frac{1}{A_,}$.
0	0	—10,25	4,5	0		0	4,5
1	0			0		0	
2	0	—8,5	4,7	0		0	4,7
3	0	—8,0	5,17	0		0	5,17
4	0			0		0	
5	1	—8,0	5,75	1,0		0,7	6,45
6	2						
7	3						
8	4	—5,5	3,62	4,5		3,44	7,06
9	5						
10	6						
11	7	—1,5	0,9	8,0		5,57	6,47
12	8	0	0	stärkstes	schwächstes		
13	9	0	0	10,0	2,0	6,3—0,96	5,34
14	10	0	0				
15	11	0	0	12,0	5,0	6,81—2,37	4,44
16	12	0	0	13,0	6,0	7,08—2,83	4,25
17	13	0	0	13,25	6,0	6,6—2,55	4,05

commodationsmuskel ist sehr kräftig: der absolute Nahepunkt liegt 6,5 Ctm. vom Knotenpunkte des Auges ab; der Werth von p ist somit = 15,38 Ml. und wird erreicht mit einer maximalen Convergenz von 18 Mw. Der binoculare Nahepunkt liegt in $^1/_{12}$ Meter.

Die Ausdehnung von $\frac{1}{A_,}$ bleibt ziemlich lange annähernd gleich gross, was wohl durch den Einfluss der Uebung zu erklären ist.

Eine Vergleichung der Tabellen 4 bis 8 mit einander lässt erkennen, dass die Grösse der relativen Accommodationsbreiten individuell nach dem Alter und der Uebung sehr verschieden ist. Dieselbe zeigt in allen Fällen eine anfängliche Zunahme, ein Maximum, das auf verschiedene Convergenzgrade

fällt, und dann wieder eine Abnahme. Die Vertheilung in einen positiven und negativen Theil ist eine sehr wechselnde; bis zum binocularen Nahepunkt erfährt der positive Theil im Allgemeinen eine stetige Abnahme, der negative eine Zunahme, diesseits des binocularen Nahepunktes wird $\frac{1}{A_{/}}$ ganz negativ. Durch Uebung gewinnt hauptsächlich der negative Theil an Ausdehnung.

Die weitergehenden Folgerungen aus den Untersuchungsresultaten über die relativen Accommodationsbreiten sind von Donders so eingehend besprochen, dass ich darauf verweisen kann.

In gleicher Weise, wie für die relativen Accommodationsbreiten habe ich auch die Beobachtungsresultate über die relativen Fusionsbreiten in Tabellen geordnet. Die fünf Versuchspersonen folgen in derselben Reihe auf einander wie oben.

Die beiden ersten Rubriken der folgenden Tabellen sind die gleichen, wie in den vorhergehenden. Die dritte Rubrik enthält die Nummern der von jedem Auge überwundenen adducirenden Prismen, die vierte den daraus berechneten positiven Theil der relativen Fusionsbreite in Meterwinkeln. In der fünften Rubrik stehen die Nummern der abducirenden Prismen für jedes Auge, in der sechsten der daraus sich ergebende negative Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}_{/}}$. Die letzte Rubrik ist die Summe der vierten und sechsten und stellt somit die Gesammtgrösse der relativen Fusionsbreite dar.

Siehe Tabelle 9 auf Seite 90.

Tabelle 9 enthält die beobachteten Werthe für $\frac{1}{\mathfrak{F}_{/}}$ von dem Emmetropen der Tabelle 4. Drehpunktsabstand 67 Mm., 1 Mw. $= 1^{0}\,55'\,10'' = 1{,}919^{0}$.

Bei der optischen Einstellung auf einen fernen Gegenstand wird mit jedem Auge noch Prisma 9 in adducirender Stellung überwunden, was eine Einwärtswendung der Blicklinie um

Tabelle 9.

Relative Fusionsbreiten. Joh. Haller.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	0	9	2,57	5 1/2	1,47	4,04
1	1	7	1,93	6	1,64	3,57
2	2	7	1,93	7	1,93	3,86
3	3	7	1,93	8	2,30	4,23
4	4	7	1,93	8	2,30	4,23
5	5	7	1,93	9	2.57	4,50
6	6	7	1,93	9	2,57	4,50
7	7	7	1,93	9	2,57	4,50
8	8	5	1,33	9	2,57	3,90

2,57 Mw. bedeutet d. h. es kann bis auf 38 Ctm. Entfernung convergirt und dabei die Accommodation ganz erschlafft werden. Bei gleicher Einstellung wird das abducirende Prisma 5 1/2 überwunden, d. h. es kann noch bei einer Divergenz jeder Blicklinie um 1,47 Mw. deutlich gesehen werden. Der positive und negative Theil der relativen Fusionsbreite bleibt für alle Objectsdistanzen annähernd gleich gross. Auch im binocularen Nahepunkte hat die Sehlinienconvergenz einen nur wenig beschränkteren Spielraum, als bei erschlaffter Accommodation, eine Folge davon, dass die Leistungen unserer Accommodation weit hinter denen der Fusion zurückbleiben.

Siehe Tabelle 10 auf Seite 91.

Das jugendliche Individuum, dessen relative Accommodationsbreite in Tabelle 5 aufgezeichnet ist, zeigt in seiner relativen Fusionsbreite das eigenthümliche Verhalten, dass sowohl der positive als der negative Theil derselben ansteigende Werthe aufweist d. h. bei wachsender Accommodationsanstrengung nimmt die Fähigkeit, die Convergenz zu steigern oder zu vermindern zu: beide Functionen werden zunehmend unabhängiger von einander. Die Distanz der Augendrehpunkte beträgt 56 Mm., der Meterwinkel $1^0 36' 12'' = 1{,}603^0$.

Bei Einstellung auf einen fernen Punkt ist die erreichbare

Tabelle 10.

Relative Fusionsbreiten. Marie Hunzinger.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	0	5½	1,78	2	0,59	2,37
1	1	4	1,32	4	1,32	2,64
2	2	5	1,6	7	2,31	3,91
3	3	5	1,6	7½	2,53	4,13
4	4	6	1,96	8	2,75	4,71
5	5	8	2,75	9	3,08	5,83
6	6	9	3,08	10	3,42	6,50
7	7	9	3,08	12	4,06	7,14
8	8	10	3,42	12	4,06	7,48

Divergenz sehr gering, nur wenig über 1 Mw. für beide Augen betragend; auch die Adduction ist dabei nur bis auf einen Objectsabstand von 56 Ctm. möglich; im binocularen Nahepunkte, der 12 Ctm. vom Knotenpunkte der Augen entfernt liegt, können die Blicklinien auf einen in 8,7 Ctm. oder auf einen in 25,3 Ctm. gelegenen Punkt sich richten.

Tabelle 11.

Relative Fusionsbreiten, Dr. Schleich.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	0	22	6,57	6½	1,68	8,25
1	1	21	6,0	8	2,17	8,17
2	2	19	5,3	12	3,19	8,49
3	3	18	5,01	12	3,19	8,20
4	4	16	4,38	11½	3,06	7,44
5	5	15	4,08	11½	3,06	7,14
6	6	15	4,08	11½	3,06	7,14
7	7	14	3,51	11	2,92	6,43
8	8	14	3,51	11	2,92	6,43
9	9	13	3,35	11	2,92	6,27
10	10	12	3,19	11	2.92	6,11
11	11	10	2,69	11	2,92	5,61

Die relativen Fusionsbreiten von Dr. Schleich in Tabelle 11 (Drehpunktsabstand = 71 Mm. 1 Mw. = $2^0\,2'\,4''$ = $2{,}034^0$) erreichen, wie die relativen Accommodationsbreiten, aussergewöhnliche Grössen.

S. vermag bei Einstellung auf einen fernen Punkt um 1.68 Mw. jede Blicklinie zu abduciren, ohne dass das Bild an Deutlichkeit verliert, und bis auf ¹/₃ Meter ist er mit divergenten Blicklinien zu accommodiren im Stande. Umgekehrt kann er bis auf 15,2 Ctm. convergiren und dabei seine Accommodation völlig erschlaffen. Der positive Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$ nimmt mit steigender Accommodationsanspannung stetig ab, der negative Theil zeigt einen nur unbedeutenden Grössenwechsel. Im binocularen Nahepunkte ist noch eine weitere Adduction um 2,69 Mw., eine Abduction um 2,92 Mw. möglich d. h. bei einer optischen Einstellung auf 9,09 Ctm. kann auf 7,3 bis 12,3 Ctm. Entfernung convergirt werden.

Tabelle 12.

Relative Fusionsbreiten. H. Bisinger.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	6	1,81	6	1,81	3,62
3	1	6 ¹/₂	1,98	7 ¹/₂	2,34	4,32
4	2	7	2,14	8	2,54	4,68
5	3	7 ¹/₂	2,34	8	2,54	4,88
6	4	7 ¹/₂	2,34	8	2,54	4,88
7	5	7 ¹/₂	2,34	8 ¹/₂	2,7	5,04
8	6	5 ¹/₂	1,65	9	2,89	4,54
9	7	5	1,48	10	3,16	4,64
10	8	4 ¹/₂	1,35	10	3,16	4,51

Diese Tabelle enthält die Resultate für meine relativen Fusionsbreiten; Drehpunktsabstand 60.5 Mm. 1 Mw. = $1^0\,43'\,57''$ = $1{,}732^0$.

Die Untersuchungsreihe beginnt wegen der Myopie erst

im Fernpunktsabstande, 50 Ctm. In diesem Punkte werden gleichviel adducirende und abducirende Prismen überwunden: ich kann statt auf 50 Ctm. zu convergiren die Blicklinien in 26,2 Ctm. oder in 5,26 Meter Abstand zum Schneiden bringen bei genauer optischer Einstellung auf ½ Meter. Der positive Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, zeigt eine innerhalb enger Grenzen erfolgende allmähliche Zunahme, ein Maximum und eine Abnahme; der negative Theil nimmt stetig zu, ohne jedoch hohe Werthe zu erreichen. Mit stärkster Accommodationsanspannung bei binocularer Fixation eines 10 Ctm. vom Auge entfernt gelegenen Punktes können die Blicklinien unbeschadet der Deutlichkeit des Bildes auf 8,8 oder auf 14,6 Ctm. eingestellt werden.

Tabelle 13.

Relative Fusionsbreiten. Stud. Müller.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriger Accommodationsbetrag in Meterlinsen bei binocularer Fixation.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge.	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	8	2,23	8	2,23	4,46
5	1	8	2,23	7½	2,05	4,28
6	2	8	2,23	7½	2,05	4,28
7	3	7	1,88	7	1,88	3,76
8	4	6½	1,73	6½	1,73	3,46
9	5	7½	2,05	6½	1,73	3,78
10	6	8	2,23	6½	1,73	3,96
11	7	8	2,23	6½	1,73	3,96
12	8	7½	2,05	6½	1,73	3,78

Die Tabelle 13 repräsentirt die relativen Fusionsbreiten des Myopen von Tabelle 8. Drehpunktsdistanz = 69 Mm. 1 Mw. = $1^0 51' 37'' = 1{,}976^0$.

Die Untersuchungen beginnen bei dem Objectsabstande von 25 Ctm. Die Fusionsbewegungen haben hier bei erschlaffter Ac-

commodation einen Spielraum von 4,46 Mw. d. h. der Betreffende kann bei einer optischen Einstellung auf 25 Ctm. die Blicklinien statt auf diesen Punkt auf 16 bis 56 Ctm. Entfernung richten. Der positive und negative Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, sind nahezu gleich gross; auch die Gesammtgrösse von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, zeigt nur unbedeutende Unterschiede für die verschiedenen Accommodationsbeträge.

Aus einer Vergleichung der fünf letzten Tabellen geht hervor,

dass die Grösse der durch Prismenversuche bestimmten relativen Fusionsbreiten individuelle Verschiedenheiten zeigt; ferner

dass dieselben in den verschiedenen Objectdistanzen bis zum Maximum der Accommodationsanspannung in der Regel ziemlich gleich gross bleiben, ohne regelmässige Zu- oder Abnahme;

dass endlich das Verhältniss zwischem positivem und negativem Theile annähernd das gleiche bleibt.

Um die Resultate meiner Untersuchungen noch anschaulicher und noch directer mit einander vergleichbar zu machen, habe ich dieselben in ähnlicher Weise wie Donders graphisch dargestellt unter Benutzung metrischen Masses.

Wir bedienen uns hiezu eines rechtwinkligen Coordinatensystems, in welches die Werthe der Convergenz als Abscissen, die zu jedem Convergenzgrade gehörigen Werthe der aufgewendeten Accommodation als Ordinaten eingetragen werden. Die Zahlen der Abscissenaxe bezeichnen die Convergenzgrade in Meterwinkeln, die Zahlen der Ordinatenaxe die Accommodationsbeträge in Meterlinsen. Die Linie, welche die Werthe der Accommodation beim Sehen mit unbewaffnetem Auge angiebt, welche also das natürliche binoculare Scharf- und Einfachsehen repräsentirt, ist bei jeder Refraction des Auges eine gerade Linie von diagonaler Richtung. Beim Emmetropen fällt der Fusspunkt der Diagonale mit dem Nullpunkte der Ordinaten und

Abscissen zusammen, weil für ihn zum Deutlichsehen gleich viele gleichartige Einheiten von Convergenz und Accommodation nöthig sind. Bei Myopie rückt die Diagonale nach unten, ihr Fusspunkt auf der Abscissenaxe nach rechts bis zu der dem Fernpunktsabstande entsprechenden Convergenz, weil der Myop bis dahin keine Accommodation anzustrengen braucht. Bei dem Myopen 2 in Fig. 4 ist deshalb der Fusspunkt der Diagonale auf den Punkt 2 der Abscissenaxe verlegt. Bei einem Hyperopen verhält es sich umgekehrt; derselbe wendet schon bei einer Convergenz von 0 Meterwinkeln d. h. bei parallelen Blicklinien einen Theil seiner Accommodation auf; daher sind alle Ordinaten um den Betrag der Hyperopie grösser und die Diagonale rückt an der Ordinatenaxe um den entsprechenden Betrag in die Höhe: bei sämmtlichen Convergenzgraden ist seine Accommodationsleistung um den Betrag der Hyperopie grösser als beim Emmetropen. Diese Art der graphischen Darstellung wird von Prof. Nagel benutzt und scheint noch anschaulicher und zweckentsprechender als die von Donders gewählte graphische Methode mit Verschiebung der Curven bei gleich bleibender Diagonale.

Was über der Diagonale liegt, ist, wie bei Donders, der positive, was unter ihr liegt, der negative Theil der relativen Accommodationsbreite. Auf jeder Ordinate sind die relativen Accommodationsbreiten in dioptrischen Werthen abzulesen, die Accommodationssteigerung nach oben, die Erschlaffung nach unten von dem den Fixirpunkt repräsentirenden Schnittpunkte mit der Diagonale.

Die auf den Curven markirten Punkte sind die bei den Versuchen thatsächlich gefundenen Nahe- und Fernpunkte, welche bei der Accommodationsbreite nach der von Donders gewählten Signatur mit p und r, $p_,$ $r_,$, p_2 r_2 bezeichnet sind. Für die Fusionsbreite bedeuten $\mathfrak{p}$ $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{p}_,$ $\mathfrak{r}_,$ die Fusionsnahe- und Fernpunkte. Die Curven für die relativen Accommodationsbreiten sind ausgezogen, die für die relativen Fusionsbreiten punktirt.

Um zu zeigen, wie die Curven aufgezeichnet werden, mögen die Untersuchungsresultate von dem Emmetropen der Tabellen 4 und 9 als

Beispiel dienen. Wir zeichnen zunächst die relativen Accommodationsbreiten in das quadratische Netz ein. (Figur 2. pag. 97.)

Bei parallelen Blicklinien wird — 3,25 überwunden; durch den Abstand der Linse vom Auge wird der dioptrische Werth der aufgewendeten Accommodation auf 3,05 Ml. reducirt. Dieser Werth ist, weil das Glas durch Anspannung der Accommodation überwunden werden muss, im Nullpunkte nach oben anzutragen. Convexgläser werden bei parallelen Sehlinien vom Emmetropen nicht überwunden: die ganze Accommodationsbreite ist positiv und durch die Strecke von 0 bis 3,5 der Ordinate im Nullpunkte dargestellt. Bei einem Convergenzaufwande von 1 Mw. wird — 3 überwunden mit einer Accommodationsleistung ven 2,73 Ml. Dieser Werth wird auf der mit 1 bezeichneten Ordinate von der Diagonale aus abgeschnitten und diese Strecke repräsentirt den positiven Theil der relativen Accommodationsbreite bei einem Convergenzbetrage von 1 Mw. Bei derselben Convergenz wird + 0.75 überwunden, was eine Accommodationserschlaffung im Werthe von 0,74 Ml. bedeutet; dieser wird auf derselben Ordinate nach unten von der Diagonale abgeschnitten und stellt den negative Theil von $\frac{1}{A_{\prime}}$ bei dieser Convergenz dar. Das Stück der Ordinate in 1 vom Nahepunkt bis zum Fernpunkt repräsentirt die Ausdehnung der relativen Accommodationsbreite für einen in 1 Meter Entfernung gelegenen Fixirpunkt. Bei einem Convergenzbetrage 2 entspricht die grösste mögliche Accommodationsanspannung dem Werth von 2,63 Ml., welcher auf der 2ten Ordinate nach oben vom Schnittpunkte mit der Diagonale aufzutragen ist; der negative Theil entspricht nach der Tabelle dem Werth von 1,68 Ml., welcher auf der Ordinate 2 nach unten von der Diagonale abgeschnitten wird u. s. f. Bei einem Convergenzbetrage von 8 Mw. wird kein Concavglas mehr überwunden, aber noch binocular scharf gesehen, also fällt dieser Punkt auf die Diagonale als binocularer Nahepunkt. Jenseits dieses Punktes müssen beide Werthe, sowohl für den relativen Nahe- als für den relativen Fernpunkt, nach unten von der Diagonale aufgetragen werden, weil beide mit Convexgläsern gefunden sind, demnach beide dem negativen Theile angehören. Bei einer Convergenz auf $^1/_{11}$ Meter z. B. ist die Accommodationserschlaffung durch den Werth von 6 Ml. repräsentirt, welcher auf der 11ten Ordinate abwärts von der Diagonale abgeschnitten wird; der Fernpunkt liegt hier in $^1/_6$ Meter d. h. es bleibt noch eine Accommodationsanspannung von 5 Ml. Werth bestehen. Die grösste mögliche Accommodationsanstrengung bei demselben Fixirpunkte ist repräsentirt durch den Werth der geforderten Accommodation weniger dem Werth der Unterstützungslinse, also 11—2,74=8,26. Die Differenz beider Werthe 8,26—5=3,26 stellt die Grösse von $\frac{1}{A_{\prime}}$ bei einem Convergenzaufwande von 11 Mw. dar.

Schliesslich wird der absolute Nahepunkt eingetragen. Ist derselbe auf dem Apparate mit Convexgläsern bestimmt, so wird er in ganz analoger Weise, wie die übrigen Nahepunkte aufgezeichnet. Ist sein Abstand durch direkte Messung bestimmt, so haben wir in dessen reciprokem Werthe die Accommodationsleistung und damit den Ordinatenwerth ermittelt. Um nun auch den Abscissenwerth zu finden, muss das Maximum der Convergenz, das dabei angestrengt wird, noch besonders gemessen werden. Durch diese beiden Werthe ist der Punkt p im Coordinatensystem bestimmt. Da bei dieser maximalen Anspannung der Spielraum für die Accommodation überhaupt aufhört, so werden die zuletzt bestimmten relativen Nahe- und Fernpunkte durch gerade Linien mit p verbunden.

Bei Leuten, welche sehr stark convergiren können, bleibt die Accommodationsleistung weit hinter dem Convergenzpunkte

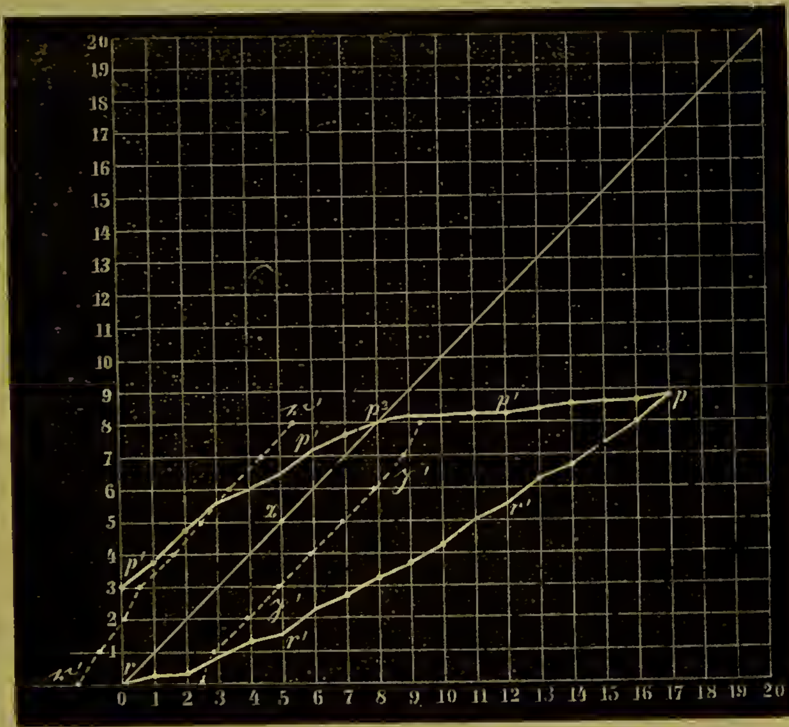


Fig. 2. (Joh. Haller.)

der Sehaxen zurück. Bei geringerer Adductionsfähigkeit der Augen und im Allgemeinen bei Myopie rückt p nahe an p_2 heran, oder fällt damit zusammen, oder es lässt sich selbst für p_2 die entsprechende Convergenz nicht erreichen.

Eine Vergleichung dieses Schemas mit dem von Donders für einen Emmetropen gegebenen lässt eine grosse Aehnlichkeit

zwischen beiden erkennen. Die Form der Curven, die Vertheilung des relativen Accommodationsgebiets in einen positiven und negativen Theil sind annähernd die gleichen; der letztere ist vergleichsweise breiter, wogegen der positive Theil etwas zurücktritt, ein Verhalten, welches durch das höhere Lebensalter des Emmetropen in meinem Falle hinlänglich erklärt wird.

Nach dem gleichen Princip werden nun in dasselbe Coordinatensystem auch die *Curven für die relativen Fusionsbreiten* eingezeichnet, um beide Curven zu unmittelbarer Vergleichung neben einander zu haben.

Die Ordinaten und Abscissen haben dieselbe Bedeutung, wie für die relativen Accommodationsbreiten. Die Diagonale repräsentirt wie bisher, die beim natürlichen binocularen Sehen zusammengehörigen Beträge von Accommodation und Convergenz. Der positive Theil der relativen Fusionsbreite kommt rechts von der Diagonale, der negative links von derselben zu stehen, entsprechend der möglichen Vermehrung oder Verminderung der Convergenz. Auf jeder Abscisse sind die relativen Fusionsbreiten in Meterwinkeln abzulesen, die Adduction nach rechts, die Abduction nach links von dem den Fixirpunkt darstellenden Schnittpunkte mit der Diagonale. Es fällt also der positive Theil der relativen Accommodationsbreite auf die gleiche Seite der Diagonale wie der negative Theil der relativen Fusionsbreite, und umgekehrt. In der That ist der Vorgang im Accommodations- und Fusionsapparat wohl der gleiche, ob man bei geringer Convergenz möglichst stark accommodirt (positiver Theil von $\frac{1}{A_{,}}$) oder bei starker Accommodationsanstrengung möglichst wenig convergirt (negativer Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}_{,}}$). Umgekehrt scheint die Anforderung an beide Functionen im Wesentlichen dieselbe zu sein, ob man bei relativ starker Convergenz die Accommodation möglichst erschlafft (negativer Theil von $\frac{1}{A_{,}}$) oder bei relativ geringem Accommodationsaufwande möglichst stark convergirt (positiver Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}_{,}}$).

Der nahezu parallele Verlauf der nach diesem Plane gezeichneten Curven für die relativen Fusionsbreiten in Fig. 2 zeigt an, dass der Spielraum der Blicklinien für vermehrte oder verminderte Convergenz bei allen Objectdistanzen, auf welche accommodirt werden kann, annähernd gleich gross ist. Wir haben hier nicht jene grossen Werthunterschiede, wie bei den relativen Accommodationsbreiten. Auch das Verhältniss der Curven zur Diagonale bleibt sich ziemlich gleich: der positive und negative Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}_r}$ ändert sonach seine Grösse ebenfalls nicht wesentlich. Die Grenzcurven der Fusionsbreiten schneiden nirgends die Diagonale d. h. in allen Punkten, auf welche noch accommodirt werden kann, haben die Fusionsbewegungen noch einigen Spielraum nach beiden Richtungen. Die Nahepunktslinie könnte die Diagonale nur überschreiten in einem Falle, wo die einer bestimmten Accommodationsleistung entsprechende Convergenz nicht erreicht werden kann, wo die Accommodation stärker ist, als die binoculare Adduction. Dies kann vorkommen bei hochgradiger Insufficienz der Musculi recti interni neben kräftiger Accommodation. Auch in Fällen von hochgradiger Myopie müssten die relativen Fusionsbreiten von einem bestimmten Punkte an völlig negativ werden: um dem für so grosse Nähe eingestellten Auge das binoculare Deutlichsehen zu ermöglichen, müssten abducirende Prismen zu Hilfe gezogen werden.

Für jeden beliebigen Fixirpunkt ist mit Hilfe dieser Aufzeichnung die relative Accommodations- und Fusionsbreite aus dem Diagramm abzulesen z. B. der Emmetrop von Fig. 2 kann bei der Convergenz auf den Punkt x der Diagonale d. h. auf $^1/_5$ Meter Abstand seine Accommodation um 1,58 Ml. stärker anspannen oder um 3,57 erschlaffen; er kann ferner um 1,93 Mw. stärker oder um 2,57 Mw. weniger convergiren unbeschadet der genauen optischen Einstellung.

Es wäre sehr interessant, eine Methode der graphischen Darstellung zu finden, nach welcher aus der einen gefundenen Curve die andere sich ohne weiteres construiren liesse, da ja

natürlicher Weise beide in engem Connex zu einander stehen. Meine diesbezüglichen Versuche sind nicht gelungen.

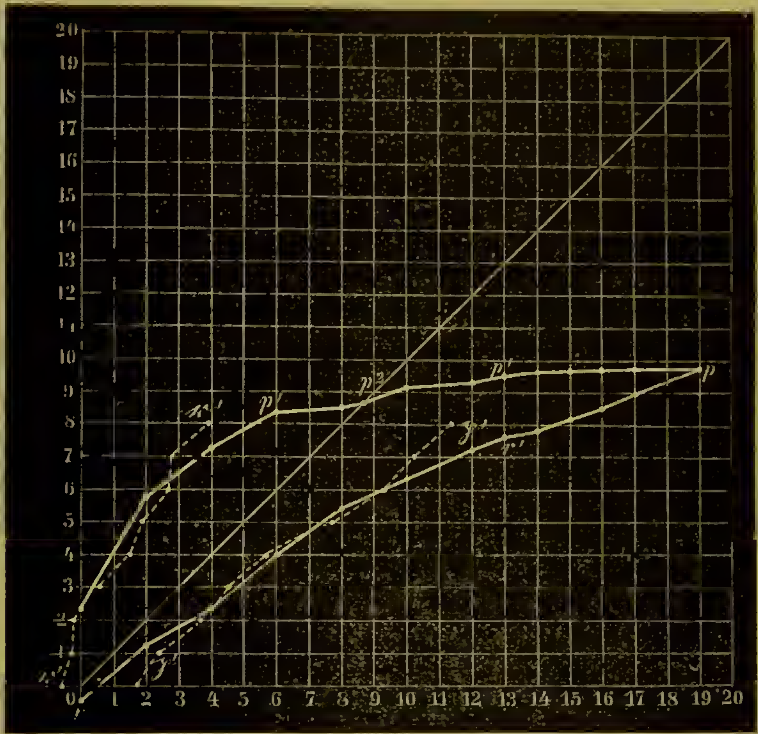


Fig. 3. (Marie Hunzinger.)

Fig. 3. repräsentirt die relativen Accommodations- und Fusionsbreiten des jungen Mädchens.

Beim ersten Blick auf die Curven fällt uns die geringe Ausdehnung der relativen Accommodationsbreite auf. Die Einschränkung betrifft wesentlich den negativen Theil derselben. Der absolute Fernpunkt fällt entsprechend der vorhandenen Hyperopie unter den Nullpunkt der Ordinatenaxe. Die Curve der relativen Nahepunkte steigt anfänglich sehr steil auf und bildet einen nach oben stark convexen Bogen, ein Ausdruck dafür, dass das Individuum bei relativ geringen Convergenzgraden stärker accommodiren kann als der Emmetrop der Figur 2, dass aber bei stärkerer Convergenz die Accommodationsleistung bedeutend zurückbleibt. Die Linie der vereinigten Accommodationsfernpunkte verläuft der Diagonale lange Zeit sehr nahe, d. h. es fällt dem Individuum schwer, bei einiger Convergenzanstrengung die Acommodation in erheblichem Masse zu erschlaffen.

Das relative Fusionsgebiet ist anfänglich sehr enge, erweitert sich aber dann ziemlich beträchtlich. Der positive Theil tritt im Vergleich zum negativen zurück, was wieder andeutet, dass das Individuum bei gegebenem Accommodationszustande die Convergenz nicht viel steigern kann.

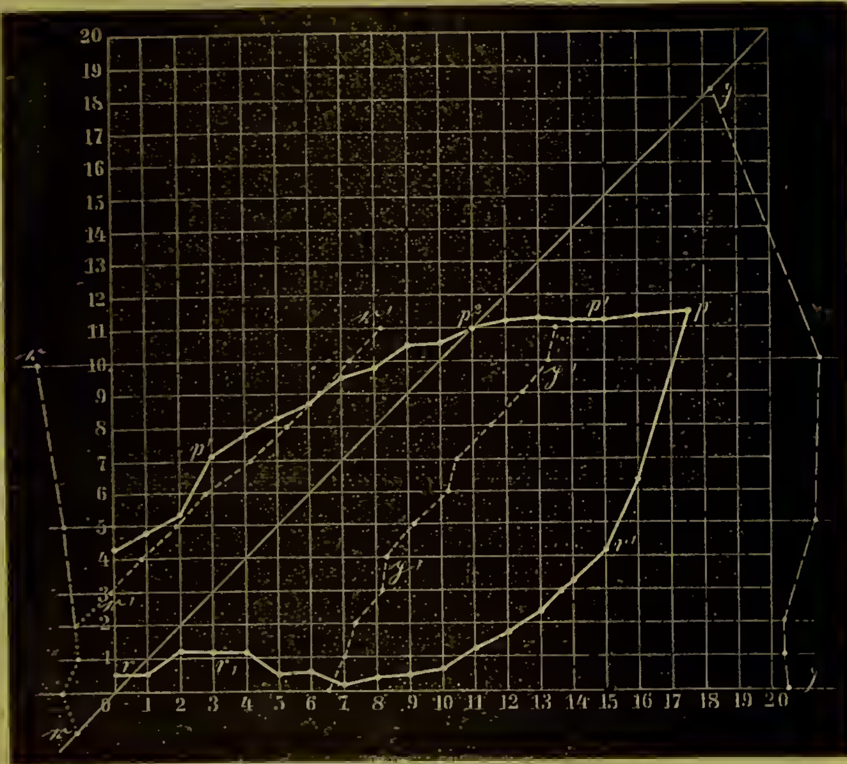


Fig. 4. (Dr. Schleich.)

Eine sehr auffallende Form zeigt das Diagramm von Dr. Schleich. Anfangs ist das relative Accommodationsbereich ziemlich eng bis zur Convergenz auf $^1/_2$ Meter. Von da an erweitern sich die Grenzen rasch und zwar krümmt sich nicht nur die Nahepunktscurve nach oben, sondern auch die Fernpunktscurve nach unten. Auf diese Weise erreichen die relativen Accommodationsbreiten ganz enorme Dimensionen. Die Linie der vereinigten Fernpunkte bildet einen grossen nach abwärts convexen Bogen und steigt ausserordentlich steil gegen den absoluten Nahepunkt auf. Wir erkennen daraus, dass hauptsächlich die grössere Accommodationserschlaffung diese Erweiterung bedingt und dass noch ganz nahe dem absoluten

Nahepunkte ein ziemlich breiter Spielraum für die Accommodation übrig bleibt.

Das relative Fusionsgebiet ist ebenfalls sehr umfangreich; der positive Theil wiegt entschieden vor, was wieder mit den Resultaten über die relativen Accommodationsbreiten gut harmonirt. Die Linie der vereinigten relativen Fusionsfernpunkte verläuft fast in ihrer ganzen Länge der Diagonale parallel; bis zu einem Accommodationsbetrage von 3 Ml. fällt sie diesseits des Nullpunktes der Abscissen d. h. noch bei einer optischen Einstellung auf $^1/_3$ Meter geht die mögliche Abduction über den Parallelismus der Sehlinien hinaus. Die Curve der Fusionsnahepunkte nähert sich der Diagonale allmählich, ohne sie indessen zu erreichen. Dem entsprechend bleibt der negative Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, fast überall gleich gross, der positive Theil nimmt mit zunehmender Annäherung des Fixirobjectes ab und beträgt im binocularen Nahepunkte noch etwas mehr als den dritten Theil von dem, was bei erschlaffter Accommodation disponibel war.

In dasselbe Schema sind endlich die an einem früheren Orte (in Tab. 2) registrirten Resultate über die absolute Fusionsbreite mit unterbrochenen Linien aufgezeichnet. Die Diagonale bedeutet hier die horizontale Medianlinie, welche die Fixirpunkte verbindet. Die Ordinaten haben für die absolute Fusion keine Bedeutung, weil die Accommodation vernachlässigt wird. Die Abscissen repräsentiren die Convergenzgrade in Meterwinkeln. Was rechts von der Diagonale liegt, bedeutet den positiven Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, die bei gegebener Distanz des betrachteten Gegenstandes mögliche Adduction, was links von ihr liegt, den negativen Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$: die mögliche Abduction von einer durch den Objectabstand bestimmten Richtung der Blicklinien aus. Die Linien der vereinigten absoluten Fusionsnahe- und Fernpunkte steigen nahezu senkrecht auf und verlaufen einander ziemlich parallel: die absolute Fusionsbreite bleibt demnach, wie a priori zu erwarten ist, in allen Entfernungen des Fixirpunktes (annähernd) gleich gross; die Ursache der sich ergebenden Grössenschwankungen ist schon oben erwähnt. Die Fern-

punktscurve verläuft diesseits des Nullpunktes der Abscissen, d. h. die absoluten Fusionsfernpunkte liegen normaler Weise virtuell hinter dem Auge; sie fällt eine Strecke weit mit der Curve der relativen Fusionsfernpunkte zusammen d. h. Dr. Schleich ist im Stande, bei Aufgebot seiner ganzen Abductionsfähigkeit noch bis auf ½ Meter zu accommodiren.

Der direct bestimmte absolute Fusionsnahepunkt fällt auf die Diagonale, weil dabei die Blicklinien in Wirklichkeit mit dem Fixirpunkte zusammenfallen; hier schneidet die Nahepunktslinie die Diagonale: ein näher gelegener Gegenstand wird doppelt gesehen, weil auf ihn nicht mehr convergirt werden kann. Ebenso entspricht der Schnittpunkt der Fernpunktslinie mit der Diagonale dem direct gemessenen absoluten Fusionsfernpunkte.

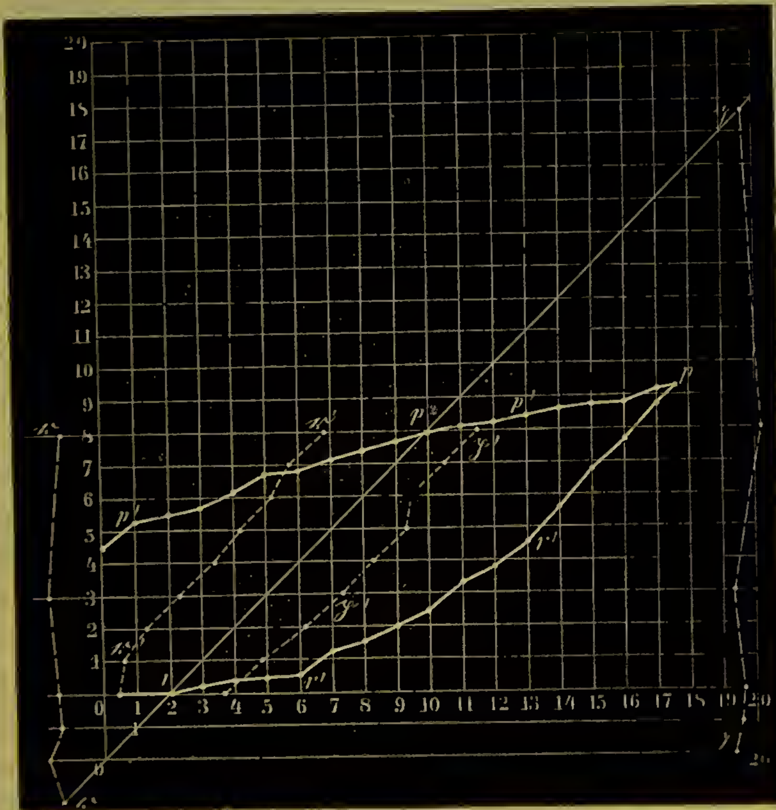


Fig. 5. (H. Bisinger.)

Fig. 5 ist die Aufzeichnung meiner relativen Accommodations- und Fusionsbreiten. Die Verschiebung der Diagonale entspricht meiner Myopie 2.

Die relative Accommodationsbreite ist bis zu einer Convergenz von 2 Mw. ganz positiv; sie ist ziemlich umfangreich, namentlich das Verhältniss des positiven Theiles zum negativen ein günstigeres als in Fig. 2 und 4.

Die Curven der relativen Fusionsbreiten zeigen einen nahezu parallelen Verlauf mit der Diagonale. Die Linie der vereinigten Fusionsnahepunkte nähert sich derselben gegen Ende mehr als in den vorausgehenden Fällen: ich kann bei starker Accommodationsanstrengung die Convergenz nicht viel steigern. Die Fernpunktscurve fällt an keiner Stelle über den Nullpunkt der Abscissen d. h. ich kann bei divergenten Blicklinien ohne Correction überhaupt nicht scharf sehen. Der positive Theil von $\frac{1}{\mathfrak{F}}$ überwiegt den negativen.

Um in dasselbe Coordinatensystem auch die absoluten Fusionsbreiten einzuzeichnen, muss, da die myopische Einstellung dabei nicht in's Spiel kommt, die Diagonale im Nullpunkt der Abscissen ihren Fusspunkt haben; sie ist daher nach abwärts bis zum Schnittpunkte mit der Ordinatenaxe verlängert; von dieser verlängerten Diagonale aus werden da, wo dieselbe von den Abscissen geschnitten wird, auf letzteren die Werthe für die grösstmöglichste Convergenz und Divergenz abgeschnitten. Die Ordinaten haben dabei gar keine Bedeutung. Die Verbindungslinie der Punkte $\mathfrak{p}\,\mathfrak{p}$ und $\mathfrak{r}\,\mathfrak{r}$ steigt fast senkrecht auf. Die auf die Diagonale fallenden Punkte sind der direct bestimmte absolute Fusionsnahe- und Fernpunkt. Die Strecke der Diagonale von $\mathfrak{r}$ bis $\mathfrak{p}$ umfasst alle Punkte der Medianlinie, welche meine Blicklinien bei binocularer Fixation erreichen können; die Strecke von o bis $\mathfrak{r}$ bedeutet jenseits Unendlich liegende, also virtuelle Fixirpunkte, welche divergente Blicklinien erfordern.

Fig. 6 endlich veranschaulicht die relativen Accommodations- und Fusionsbreiten von Stud. Müller mit Myopie 4. Der Fusspunkt der Diagonale ist auf den Nullpunkt der 4ten Ordinate zu verlegen: der Myop convergirt, wie es im Interesse des Deutlichsehens liegt, bis auf ¼ Meter, ohne seine Accommodation anzuspannen.

Wenn auch die Curven für $\frac{1}{A,}$ bei weitem nicht so charakteristisch sind, wie die von D o n d e r s für Myopie als Muster

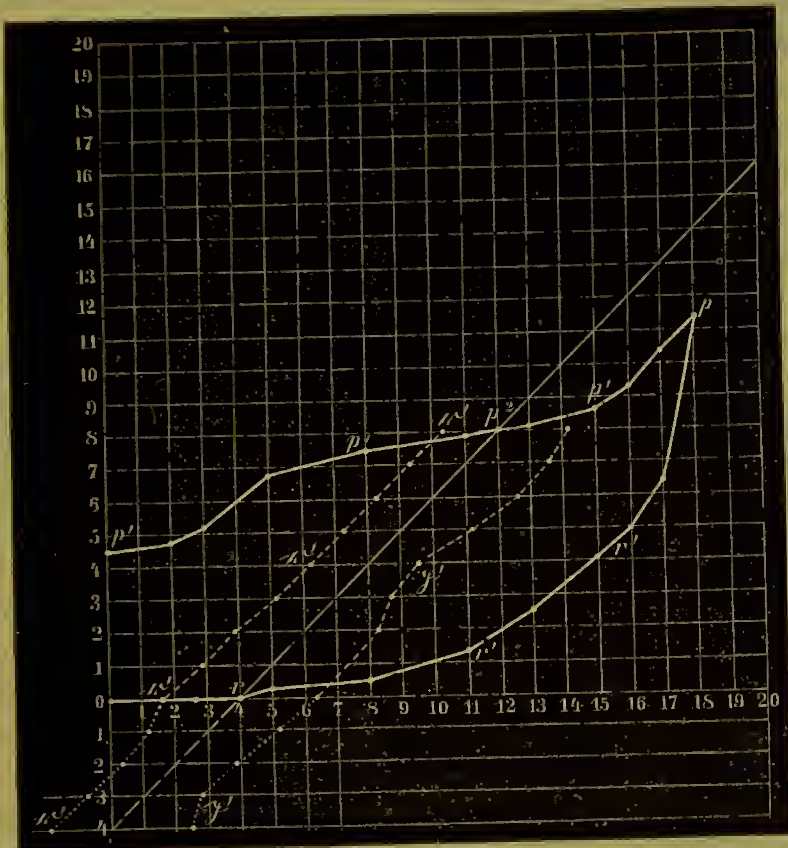


Fig. 6. (Stud. M ü l l e r.)

aufgestellten, so zeigen sie doch im Vergleiche zu den emmetropischen in Fig. 2 mehrere auffallende Abweichungen. Sehr bezeichnend, wenn auch nicht so prononcirt wie bei D o n d e r s, ist der Verlauf der Nahepunktslinie. Dieselbe beschreibt nicht, wie in den vorausgehenden Fällen, einen nach oben convexen Bogen, sondern zeigt namentlich gegen das Ende hin eine ausgesprochene Tendenz sich nach aufwärts zu krümmen, ein Ausdruck dafür, dass mit den hohen Convergenzgraden eine sehr grosse Accommodationsleistung verbunden ist. Das Bereich der relativen Accommodationsbreiten ist ziemlich ausgedehnt, was wohl auf den Einfluss der Uebung zurückzuführen ist.

Die Curven der relativen Fusionsbreiten zeigen nichts Be-

sonderes. Sie verlaufen unter sich und mit der Diagonale beinahe parallel. Die Fernpunktscurve überschreitet, wie im vorhergehenden Falle nirgends den Nullpunkt der Abscissen, weil der Betreffende, um deutlich zu sehen, das Object schon nahe nehmen muss, also bei der Abduction der Blicklinien von einer Convergenzstellung ausgeht, nicht von parallelen Sehlinien.

Um auch jenseits des Fernpunktsabstandes die relativen Fusionsbreiten zu prüfen, habe ich die geeignete Correction gestattet. Die so erlangten Resultate sind in Tabelle 14 enthalten, welche somit eine Ergänzung der Tabelle 13 darstellt.

Tabelle 14.

Convergenzgrade in Meterwinkeln.	Zugehöriges Correctionsglas zu genauer optischer Einstellung.	Ueberwundene adducirende Prismen für jedes Auge.	Positiver Theil der relativen Fusionsbreite.	Ueberwundene abducirende Prismen für jedes Auge	Negativer Theil der relativen Fusionsbreite.	Grösse der relativen Fusionsbreite.
0	—4	9½	2,63	7	1,88	4,51
1	—3	7	1,88	6½	1,73	3,61
2	—2	7	1,88	6	1,59	3,47
3	—1	7½	2,05	7	1,88	3,93

Diese Ergebnisse sind in Fig. 5 unter der Abscissenaxe mit klein punktirten Linien aufgezeichnet. Die an der Ordinatenaxe nach abwärts vom Nullpunkt aufgetragenen Werthe drücken die optische Einstellung des Myopen aus und geben so das Concavglas, welches für die betreffende Entfernung corrigirt.

Ein Rückblick auf die von meinen Versuchspersonen erlangten Resultate zeigt, dass die relativen Accommodationsbreiten durchgängig grösser sind als die mittelst Prismen bestimmten relativen Fusionsbreiten; im Vergleiche zur absoluten Fusionsbreite sind letztere viel kleiner, als die relativen Accommodationsbreiten im Vergleich zur absoluten: es scheint also, dass die binoculare Fusion durch die Accommodation stärker gebunden ist, als umgekehrt; Uebung scheint auf die Erweiterung des relativen Accommodationsgebiets einen grösseren Einfluss zu haben, als auf die Vergrösserung der relativen Fusionsbreite. Während die relativen Accommodationsbreiten an-

fänglich immer wachsen, und gegen das Ende abnehmen, zeigen die relativen Fusionsbreiten eine annähernd constante Grösse und keine Regel in der Zu- oder Abnahme. Die Vertheilung in einen positiven und negativen Theil ist bei den relativen Accommodationsbreiten sehr wechselnd nach der verschiedenen Convergenz; zuletzt wird sie immer negativ, weil das Accommodationsvermögen schwächer ist, als die Convergenzfähigkeit. Bei den relativen Fusionsbreiten sind und bleiben beide Theile fast gleich gross; $\frac{1}{\mathfrak{F}}$, wird nie ganz positiv oder ganz negativ, weil bis zu dem nächsten Punkte, auf den unter normalen Verhältnissen noch binocular accommodirt werden kann, immer noch ein Spielraum für die Fusionsbewegungen übrig bleibt. —

Es ist zu wünschen, dass die Untersuchungen über die relativen Accommodations- und Fusionsbreiten auf eine grössere Reihe von Individuen verschiedenen Alters, verschiedener Refraction, verschiedener Berufsklassen ausgedehnt werden, um die Frage über den Zusammenhang zwischen Accommodation und Convergenz und dessen Lösbarkeit gestützt auf zahlreichere Erfahrungen als bisher beantworten zu können. Die von verschiedenen Forschern noch immer in verschiedener Weise beantwortete Frage, inwieweit jene Verbindung als angeboren, inwieweit als durch Uebung erworben zu betrachten sei, wird dadurch ihrer Lösung näher gebracht werden. Alle jene Zustände und Symptome, welche unter dem Collectivnamen Asthenopie zusammengefasst werden und welche meistens auf ungleichmässigen Anforderungen an die der Accommodation und der Fusion dienenden Apparate beruhen, werden ihrem Wesen und ihrer Ursache nach besser erkannt und Gegenstand einer nach bestimmten rationellen Grundsätzen handelnden Therapie werden können. Insofern haben diese Untersuchungen, physiologisch von hohem Interesse, auch ihre nicht zu unterschätzende praktische Bedeutung.

Zusätzliche Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit von Dr. Bisinger.

Von

Prof. **Nagel.**

Die zur Ausführung vorstehender Arbeit verfügbare Zeit war so kurz bemessen, dass einige Theile des Planes nicht ganz in wünschenswerther Weise erledigt werden konnten. Da eine Fortsetzung der recht mühsamen und namentlich auch durch die Seltenheit geeigneter Versuchspersonen sehr erschwerten Untersuchungen nicht in unmittelbare Aussicht genommen werden konnte, möchte ich einige Bemerkungen anschliessen, insbesondere um auf die Richtung hinzuweisen, in welcher die Untersuchungen fortzusetzen und die Lösung einiger Zweifel zu suchen sein würden.

Auf Grund des oben p. 98, 99 von Dr. Bisinger Gesagten liegt der Gedanke nahe, die relativen Fusionsbreiten direct aus den relativen Accommodationsbreiten abzuleiten und mit den Ergebnissen einer solchen Ableitung die Ergebnisse der Prismenversuche zu vergleichen.

Die Frage, innerhalb welcher Grenzen die Convergenz bei den verschiedenen Anspannungen der Accommodation variiren kann, muss sich zum grössten Theile schon aus den Daten über die relativen Accommodationsbreiten beantworten lassen. Aus dem Diagramme für die letzteren lässt sich nicht nur ablesen, welche verschiedenen Accommodationszustände sich mit je einem bestimmten Convergenzgrade verbinden lassen, sondern auch umgekehrt, welche Convergenzgrade je mit einem bestimmten Accommodationszustande. Aus obiger Figur 2 pag. 97 geht beispielsweise hervor, dass mit einem Accommodationsaufwande von 4

Meterlinsen die verschiedenen Convergenzgrade sich verbinden lassen, welche auf der mit 4 bezeichneten Abscisse, also in horizontaler Richtung zwischen den Grenzcurven eingeschlossen sind, d. h. von c. 1 bis 10 Meterwinkel. Höhere und niedere Grade von Convergenz als jene Grenzen angeben, etwa 0.5 und 11 Mm., lassen sich offenbar nicht bei Accommodation von 4 Ml. erreichen, denn sonst hätten ja die relativen Accommodationsbreiten für 0.5 und 11 Mw. Convergenz noch die betreffenden Punkte der Abscisse 4 Ml. in sich schliessen müssen. Was hier für den beliebigen Accommodationsaufwand 4 Ml. gesagt wurde, gilt in analoger Weise für alle übrigen Beträge der Accommodation. Die Grenzen der relativen Accommodationsbreiten geben also zugleich die Grenzen der relativen Fusionsbreiten an und zwar muss, da Convergenz von 10 Mw. die stärkste, Convergenz von 1 Mw. die schwächste mit Accommodation 4 Ml. zu verbindende Convergenz ist, die Fernpunktscurve der relativen Accommodationsbreiten zugleich die Nahepunktscurve der relativen Fusionsbreiten und die Nahepunktscurve der ersteren als die Fernpunktscurve der letzteren bilden. Die für jeden Accommodationszustand geltenden Fusionsbreiten findet man durch die Grenzcurven auf derjenigen Horizontalen eingeschlossen, deren Ordinate dem Accommodationszustande entspricht. Der positive Theil der relativen Fusionsbreite, gegeben durch adducirende Prismen, liegt zur Rechten, der negative Theil, gegeben durch abducirende Prismen, zur Linken von dem Schnittpunkte jener Horizontalen mit der Diagonale des unbewaffneten Binocularsehens.

Nur für negative Abscissenwerthe bedarf die Zeichnung noch einer Ergänzung, die dann zugleich auch für das Gebiet der relativen Accommodationsbreiten die entsprechende Ergänzung bildet. Da nämlich bei normalem Bewegungsapparate der Augen leichte Divergenzgrade eingenommen werden können, so können für solche auch die relativen Accommodationsbreiten bestimmt und dem entsprechend auch bei den relativen Fusionsbreiten diese Divergenzgrade berücksichtigt werden.

Wollte man den Principien der analytischen Geometrie bezüglich der graphischen Darstellung von Functionen streng

folgen, so müssten, da die Abscissen das Argument der Function, die Ordinaten aber die Function selbst versinnlichen, zur Darstellung der relativen Fusionsbreiten die Accommodationsbeträge als Abscissen, die Convergenzbeträge als Ordinaten aufgetragen werden. Führt man dies aus, d. h. trägt man nach den in dem Diagramme der relativen Accommodationsbreiten enthaltenen Daten in ein neues Coordinatensystem, in welchem die Abscissen die Accommodationsbeträge, die Ordinaten die Convergenzbeträge bedeuten, die entsprechenden Werthe ein, so erhält man zwei Curven, welche zu den Grenzcurven der relativen Accommodationsbreiten symmetrisch sind in Bezug auf die Diagonallinie des unbewaffneten Binocularsehens oder, was dasselbe ist, welche die reflectirten Bilder derselben sind in einem jener Diagonale parallel aufgestellten Spiegel. Und zwar ist jetzt die der Nahepunktslinie der relativen Accommodationsbreiten symmetrische Curve die Fernpunktslinie der Fusionsbreiten, dagegen die der Fernpunktslinie der Accommodationsbreiten symmetrische Curve die Nahepunktslinie der Fusionsbreiten. Ein sehr einfaches Mittel, die Curven der Fusionsbreiten zu zeichnen besteht also darin, die Zeichnung der Accommodationsbreiten in der Haupt-Diagonale des Coordinatensystems zu falten und einen Abdruck oder eine Durchzeichnung der Curven zu machen. In der neuen Zeichnung liegt dann der positive Theil der relativen Fusionsbreite oberhalb, der negative Theil unterhalb der Diagonale des unbewaffneten Binocularsehens und diese letztere Diagonale liegt gleichfalls symmetrisch zu der gleichen Diagonale im ersten Diagramm.

Es scheint keinen Vortheil zu bieten diese Uebertragung der Zeichnung auszuführen, vielmehr scheint es viel einfacher in der ursprünglichen Zeichnung die relativen Accommodationsbreiten in senkrechter Richtung auf den Ordinaten, die Fusionsbreiten in horizontaler Richtung auf den Abscissen abzulesen.

Wie stimmen nun die Ergebnisse der experimentellen Bestimmung der relativen Fusionsbreiten mit den Ergebnissen der Ablesung aus dem Diagramme der relativen Accommodationsbreiten überein?

Man sollte erwarten, dass die durch die Eintragung der

Ergebnisse der Prismenversuche auf die Horizontale — der positive Theil der relativen Fusionsbreite nach rechts, der negative Theil nach links, wie es in der Bisinger'schen Arbeit geschehen ist — sich die gleichen Curven ergeben müssten, wie sie für die relativen Accommodationsbreiten gefunden worden sind. Dies ist jedoch nicht der Fall, die Curven fallen durchaus nicht zusammen und es fragt sich, wie sich der Widerspruch lösen lässt.

Zunächst lässt sich nun eine nicht vollkommene Uebereinstimmung durch die Schwierigkeit der Prismenversuche erklären. Dieselben ermüden viel stärker und geben im Ganzen viel unsicherere Resultate als die Versuche mit sphärischen Gläsern. Sodann liegt auch dafür die Erklärung nahe, dass die Prismenversuche einen erheblich engeren Fusionsspielraum geben. Durch stärkere Prismen gesehen erscheinen wegen des durch dieselben bedingten Astigmatismus die Objecte bald undeutlich, verzerrt; feine Punkte werden nicht mehr erkannt, und einerseits lässt sich diese Undeutlichkeit von der durch Ueberschreitung der Grenze scharfer Accommodation bedingten nicht unterscheiden, andrerseits hat die mangelhafte Deutlichkeit auch die Folge, dass zur stärksten Anspannung der Accommodation der Anreiz ausbleibt; denn zu voller Geltung kann das Accommodationsbestreben nur dann gelangen, wenn die Anstrengung auch den Erfolg voller Schärfe des Sehens hat.

Der Umstand bedarf jedoch noch der Aufklärung, dass die durch Prismen gefundene Grenze, die sonst überall hinter der durch sphärische Gläser gefundenen zurückbleibt, an einer Stelle in sämmtlichen untersuchten Fällen diese Grenze merklich überschreitet, nämlich in der Nähe des binocularen Nahepunktes. Dass bei Einstellung auf den binocularen Nahepunkt abducirende Prismen, noch dazu von ansehnlicher Stärke überwunden werden, wie die Versuche ergeben haben, widerspricht ganz und gar der Definition des binocularen Nahepunktes, denn der binoculare Nahepunkt ist ja derjenige Punkt, bis zu welchem bei zunehmender Annäherung des Fixirobjectes und bei stärkster Anstrengung die Accommodation noch der an Leistungsfähigkeit überlegenen Convergenz zu folgen vermag. Nur

durch die gleichzeitige Convergenzanstrengung wird der bezeichnete Punkt der Accommodation erreichbar; bei minderer Convergenz kann die Accommodation auf jenen Punkt gar nicht mehr eingenommen werden, das ist die Auffassung, von welcher Donders ausgegangen ist.

Wenn nun dennoch bei Einstellung auf den binocularen Nahepunkt abducirende Prismen überwunden werden, so sind nur zwei Fälle möglich. Entweder die Ueberwindung der Prismen ist nur scheinbar, das Urtheil über die Schärfe des Bildes wird durch die Anhomocentricität der Strahlen oder sonstwie getrübt, — oder jener Punkt ist nicht der wahre binoculare Nahepunkt, der vielmehr noch ein Stück näher liegt.

Es ist schwierig, hierüber eine Entscheidung zu gewinnen, vielleicht wirken beide bezeichnete Umstände zusammen und vielleicht ist das Verhalten bei den verschiedenen Versuchspersonen ein ungleiches.

Dr. Bisinger hat wegen Wechsels des Aufenthalts die Frage nicht mehr untersuchen können; ich habe daher Herrn Dr. Schleich, welcher an den Untersuchungen des Dr. Bisinger eingehend Theil genommen hatte, veranlasst, unter Berücksichtigung der angeführten Umstände, die Prismenversuche an sich selbst und einigen der Versuchspersonen von Dr. Bisinger zu wiederholen.

An sich selbst fand Dr. Schleich bei der neuen Versuchsreihe Zahlen, welche von den früheren wesentlich abweichen.

Accommodationsbetrag in Meterlinsen.	Ueberwundene adducirende Prismen.	Ueberwundene abducirende Prismen.
0	24	6,5
1		
2	29	12
3	32	11, 11,5
4	34,35	11, 11,5
5	38,39	11
6	35	10, 10,5
7	34	9, 9,5
8	33	9
9	32,33	9,8
10	30	6
11	28	0

Für die meisten Objectabstände konnten also erheblich stärkere Prismen als früher durch Adduction überwunden werden. In der Nähe des binocularen Nahepunktes verringerte sich die Stärke des Abductionsprisma und wurde im binocularen Nahepunkte selbst = 0, so dass die jetzt gewonnenen Curven sehr gut mit den theoretisch construirten Curven übereinstimmten. Wiederholte sorgfältige Untersuchungen bestätigten dies. Den Grund für das abweichende Ergebniss in der ersten gleichfalls mit grosser Sorgfalt ausgeführten Versuchsreihe vermochte Dr. Schleich nicht aufzufinden; zur Erklärung der Differenz konnte nur die Schwierigkeit der Prismenversuche dienen, welche in der That viel bedeutender ist als bei den Versuchen mit sphärischen Gläsern.

Bei den anderen Versuchspersonen ergaben sich an mehreren auf einander folgenden Tagen so erheblich von einander abweichende Zahlen, dass ein sicheres Resultat zunächst nicht erzielt werden konnte und eine etwas veränderte Methode zur Lösung der noch übrigen Zweifel in Aussicht genommen werden musste.

Angebornes Colobom der Augenlider.

Von

Dr. **Schleich,**
Assistenzarzt der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen.

(Hiezu Tafel I.)

Der folgende Fall von angeborner Spaltbildung beider oberen Augenlider kam auf der Klinik des Herrn Prof. Dr. Nagel zur Beobachtung. Bei dem seltenen Vorkommen von Missbildungen der Lider, speciell von Spaltbildungen derselben, scheint es nicht nöthig, eine ausführliche Beschreibung und Mittheilung des Falles zu rechtfertigen, zumal derselbe in seinen Einzelnheiten neue von den bisher bekannten abweichende Verhältnisse darbietet. Die beigegebene genaue Abbildung in Lebensgrösse möge die Beschreibung erläutern.

Die Missbildung findet sich an einem 27jährigen Kutscher F. G. Die anamnestischen Daten, die man von demselben erhält, sind folgende: Die Eltern desselben sind nicht blutsverwandt; in seiner Familie ist von angebornen Missbildungen irgend welcher Art, besonders auch an den Augen, nichts bekannt. Die abnormen Verhältnisse an seinen Augen will er mit zur Welt gebracht haben, und wird ein Fall seiner Mutter einige Monate vor seiner Geburt, wodurch dieselbe eine schwere Verletzung in der linken Stirngegend erlitt, als Ursache der Missbildung angegeben. Mit dem rechten Auge sah er immer gut in die Ferne und Nähe, mit dem linken will er, seit er sich erinnern kann, immer schlecht gesehen haben.

Die Functionsprüfung beider Augen ergiebt Folgendes: Rechts mit Concav 1 $S = {}^5/_4$. Links $S = {}^5/_{60}$; keine Ametropie. Sehfeld

weder rechts noch links eingeschränkt. Der Farbensinn zeigt rechts einen nur unbedeutenden Defect gegenüber der Norm, indem auf grössere Entfernungen helles Grün für Weiss gehalten wird.

An dem linken Auge und seiner Umgebung finden sich folgende von der Norm abweichende Verhältnisse. Der Contour des oberen Lidrandes ist, etwa entsprechend der Grenze des mittleren und inneren Drittels, durch einen 8 Mm. langen und im Maximum 5 Mm. hohen Defect unterbrochen. Hiedurch ist das obere Lid in zwei Partieen getheilt, von denen die innere c. 3/4 Ctm. lang einen normalen Lidrand mit dessen Eigenthümlichkeiten zeigt. Die Cilien sind vielleicht etwas dünner als normal. Dagegen verhalten sich der obere Thränenpunkt, die beiden Kanten des Lidrandes, und die Mündungen der Meibom'schen Drüsen normal. Der nach aussen von dem Defecte gelegene Theil des oberen Lides zeigt ebenfalls normal gebildeten Lidrand mit Cilien und Mündungen der Meibom'schen Drüsen.

Dem Rande des nach oben unregelmässig convexen, abgerundeten, zwischen den beiden genannten Partieen des Lides gelegenen 8 Mm. breiten, den normalen Lidrandcontour unterbrechenden Defectes fehlen alle charakteristischen Merkmale eines normalen Lidrandes, indem daselbst keine Cilien sich finden, die beiden Kanten fehlen und die Cutis ohne scharfe Grenze in die Schleimhaut übergeht. Durchtastet man das Lid, so findet man, dass sowohl der äussere als auch der innere durch den Defect davon getrennte Theil des Lides, jener ein grösseres, dieser ein kleineres Stück Lidknorpel einschliesst, und dass entsprechend dem Defecte des Lides der Tarsus seiner ganzen Breite nach fehlt, dass also das betreffende Stück an dieser Stelle von einer einfachen Hautduplicatur gebildet wird. Die innere Schleimhautfläche der rudimentären Lidpartie zeigt kleine Unregelmässigkeiten in der Oberfläche, ähnlich der Bildung einer Anzahl kleinster Papillen, so dass derselben das glatte Aussehen der Lidschleimhaut fehlt. Zwei kleine schlaffe Schleimhautfalten ziehen von hier auf den Bulbus in die Nähe des Corneoscleralrandes, wodurch der Conjunctivalsack in eine äussere tiefere und innere seichtere Hälfte getheilt wird.

Thränenleitung und Thränenpunkte sind normal. Auf dem äusseren unteren Theile der Cornea sitzt nach Art eines dicken Pterygiums eine Bindegewebsmasse, die auf der Cornea bis etwa 3 Mm. vom Centrum entfernt hineinreicht und so ein grösseres Segment derselben bedeckt. Von dieser der Cornea aufsitzenden pterygiumartigen Bildung erhebt sich eine schmale wechselnd gespannte Falte, welche die Spitze des äusseren Lidwinkels mit der Bindegewebsmasse verbindet, die im Uebrigen von der Cornea auf den Bulbus nach rückwarts zieht und sich in der Uebergangsfalte der Conjunctiva bulbi verliert. Mit der Sonde kann man nirgends unter diese Bildung hinuntergehen. Die Oberfläche derselben ist übrigens glatt und hat vollständig die Eigenschaften der Conjunctivalschleimhaut.

Die Bewegungen des Bulbus sind hiedurch nicht beschränkt.

Die Cornea ist in ihren übrigen Partieen hell; die Medien sind klar, Iris normal, Augenhintergrund zeigt ausser einer ausgesprochenen circumpapillären Trübung nichts Abnormes.

Das untere Lid zeigt keinerlei Anomalieen. Neben den beschriebenen Veränderungen am obern Lide und am Bulbus finden sich noch anderweitige bemerkenswerthe abnorme Verhältnisse.

Oberhalb des Liddefectes und unmittelbar unter dem Supraorbitalrande sitzt in der Haut eine rundliche etwa linsengrosse Erhöhung, die mit einzelnen längeren braunen Haaren besetzt ist. Dieselbe erweist sich beim Betasten nicht als ein umschriebener Tumor in oder unter der Haut, sondern, ohne scharf von der Nachbarschaft sich abzugrenzen, als auf einer einfachen Hypertrophie des Cutisgewebes beruhend. Der Augenbrauenbogen selbst ist in seinem innern Drittel normal behaart; dann kommt unmittelbar über der genannten Erhebung der Haut eine Unterbrechung des normalen Haarwuchses in einer Länge von c. $^3/_4$ Ctm.; indem hier nur spärliche hellere und dünne kurze Haare sitzen. Nach aussen von dieser Stelle findet sich wieder normale Behaarung. Auch die Grenzen der Haarlinie des Kopfes zeigen auf der linken Seite eigenthümliche Verhältnisse. Neben der Mittellinie zieht sich auf der Stirne ein ganz schmaler, etwa 1 $^1/_2$ Ctm. langer Streifen normalen Kopfhaar-

wuchses (die Haare sind braun und etwas kraus) und weiter nach links ein ebensolcher aber breiterer und um vieles längerer Streifen bis etwa 2½ Ctm. vom Augenbrauenbogen entfernt herein.

Auch an der Grenze der Stirn und Schläfe reicht der Haarwuchs weit ins Gesicht herein. Von der Spitze dieser Fortsetzung des Haarwuchses zieht sich ein ganz schmaler Streifen mit nur dünnen und kurzen aber braunen Haaren schräg gegen die Mitte der Augenbrauen an die daselbst sich findende oben genannte Lücke derselben.

Gerade nach oben (2 Ctm.) von dem inneren Ende der linken Augenbraue ist eine leichte Vertiefung in der Haut der Stirne (in der Zeichnung nicht genügend angedeutet), der auch eine ebensolche im darunter liegenden Knochen entspricht.

Entsprechend den beschriebenen Verhältnissen der linken Seite finden sich auf der r e c h t e n folgende Anomalieen.

Am rechten obern Augenlide ist etwas nach innen von der Mitte des Lidrandes genau 10 Mm. vom obern Thränenpunkte entfernt eine ganz seichte Kerbe im Lidrand, die im Maximum etwa 1,5 Mm. tief ist. Die Cilien stehen längs des ganzen Lidrandes normal. Durchtastet man das obere Lid, so fühlt man, dass entsprechend einer von dieser Einkerbung schräg nach oben aussen verlaufenden Linie der Tarsus i n 2 T h e i l e g e s p a l t e n ist, was bei der Umdrehung des Lides besonders deutlich ist, indem dabei gewöhnlich bloss der äussere grössere Theil desselben sich umdreht, und der innere kleinere zurückbleibt. Unter der Mitte des Augenbrauenbogens findet sich eine kleine rundliche Erhöhung in der Haut, die, wenn auch nicht so ausgeprägt wie die entsprechende Bildung links, derselben doch vollkommen gleicht. Im Uebrigen zeigt weder die Haut des oberen Lides, noch die Conjunctiva palpebralis irgend welche Anomalie.

Lässt man eine starke Einwärtsdrehung des Bulbus machen, und zieht die Lider etwas vom Bulbus ab, so sieht man auf der äussern Partie desselben eine Verdickung der Conjunctiva, welche mit dem äusseren Lidwinkel durch eine niedrige schlaffe Schleimhautduplicatur verbunden ist.

Gerade nach aussen ist am Cornealrande eine kleine rundliche sklerosirte Stelle.

Im Uebrigen zeigt der Bulbus, besonders auch der Augenhintergrund durchaus normale Verhältnisse. Wie auf der linken Seite, so reicht auch rechts die Haarlinie an der Grenze der Stirn und Schläfe weiter ins Gesicht herein und zieht von der Grenze des Haarwuchses ganz symmetrisch mit der linken Seite ein dünner schmaler Streifen mit kurzen dünnen braunen Haaren gegen die Mitte des Augenbrauenbogens, woselbst wie links eine Lücke in der Behaarung sich findet, die auch hier gerade oberhalb der genannten Erhöhung der Haut liegt.

Vergleichen wir die beschriebenen Verhältnisse der beiden Seiten miteinander, so finden wir die links sehr deutlich ausgeprägten Anomalieen auf der rechten Seite fast alle, wenn auch nur angedeutet wieder. Gerade dieser Umstand, dass wir auf beiden Augen und in deren Nachbarschaft dieselben Anomalieen nur gradweise verschieden vor uns haben, lässt uns keinen Zweifel darüber, dass wir es in der That mit einer angebornen Missbildung, mit einem Coloboma congenitum beider oberen Lider und nicht etwa mit dem Resultat einer complicirten Verletzung zu thun haben.

Dem ausgesprochenen Defecte in dem linken oberen Lide entspricht rechts die nur flache Narbe des Lidrandes, und die nur den Knorpel betreffende Spaltung', und ebenso bildet wohl die kleine sklerosirte Randpartie der Cornea mit der Bindegewebsanhäufung unter der Conjunctiva der rechten Seite das wenig angedeutete Gegenstück zu der dicken pterygiumartigen Bildung auf der Cornea und Sclera der linken Seite. Auf die Symmetrie der Verdickung der Haut in der Mitte des Augenbrauenbogens und den nach aussen verlaufenden, davon ausgehenden Streifen behaarter Haut ist schon aufmerksam gemacht.

Von Wichtigkeit ist es zu bemerken, dass nirgendwo am Körper, besonders nicht am Gaumen, sich Andeutungen von Missbildung sich finden.

An die Beschreibungen interessanter Fälle von Missbildungen irgend welcher Art haben sich immer Versuche ange-

chlossen, mit Berücksichtigung der jeweiligen Kenntnisse in ler Entwicklungsgeschichte Aufklärungen über die Entstehung und das Wesen der Missbildung zu geben. Auch an Versuchen für die Entstehung der Spaltbildung der Augenlider eine plausible Erklärung zu geben, hat es nicht gefehlt. Je nach dem Standpunkte, den die Wissenschaft zu einer bestimmten Zeit eingenommen hat, sind diese Erklärungsversuche auch demselben entsprechend und damit eben auch sehr verschiedene gewesen. Es soll hier nur erinnert werden an Heyfelder (14*)), der als Ursache der Missbildung eine »Störung des Nisus formativus« durch ein Versehen der Mutter an einem im Gesichte schwer verwundeten Soldaten annimmt, und an Himly (15), der die Missbildung »als ein durch übermässig langes Wirken des Dualismus zu Stande gekommenes Uebel« bezeichnet.

In der neuesten Zeit stehen sich hauptsächlich zwei Autoren mit ihren Ansichten gegenüber, Manz (20. 21) und von Wecker (32. 33), welche beide gelegentlich der Beobachtung interessanter Fälle von Colobombildung der Augenlider diesen Gegenstand eingehender behandelt haben. Der letztere hält das Colobom der Augenlider für eine Hemmungsbildung, die dadurch zu Stande kommen soll, dass an einer bestimmten Stelle die Umbildung der in einer gewissen Periode des Fötallebens das Auge bedeckenden Cutis zur Bindehaut ausgeblieben sei, und der Mangel dieser Umbildung zur Colobombildung Veranlassung gegeben habe. Den Beweis für seine Ansicht findet er in den Fällen von Colobom, in denen dieselben mit congenitalen Missbildungen der Oberfläche des Augapfels complicirt sind.

Manz hält die Missbildung für begründet »in einer histologisch abnormen Umbildung einer ursprünglich zwischen Oberfläche des Augapfels und der allgemeinen Körperdecke bestehenden normalen Verbindung, welche die Ausbildung eines

---

*) Die in Klammern den einzelnen Namen beigefügten Zahlen beziehen sich auf das Verzeichniss der Litteraturzusammenstellung am Schlusse (pag. 128).

vollständigen Oberlides verhindert hat« uud erklärt in diesem Sinne das Colobom ebenfalls für eine Hemmungsbildung.

Letzteren gegenüber vertritt Kraske (17) in seiner Beschreibung eines Coloboms des untern Lides mit einer eigenthümlichen Complication die Ansicht, dass die von ihm beobachtete Missbildung ihre Entstehung einer retardirten intrauterinen Verschmelzung der Augennasenrinne verdanke und demgemäss im vollsten Sinne als eine Hemmungsbildung anzusehen sei.

Gegen diese letztere Erklärung für den speciellen Fall lässt sich mit Rücksicht auf die von Kraske beigebrachten Gründe nichts einwenden. Nur meint Manz, dass mit dieser »plausiblen Hypothese« keine Aufklärung über das Colobom des oberen Lides und die damit verbundenen Veränderungen gegeben sei.

Um für die eine oder andere Erklärung weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, habe ich die diesen Gegenstand betreffenden Mittheilungen, soweit sie mir zugänglich waren, nachgesehen.

Während, abgesehen von Manz, welcher der Spaltbildung an den Augenlidern eine eingehende Besprechung widmet, die neueren ophthalmologischen Werke diese Missbildung meist nur ganz kurz erwähnen, wird in der älteren Litteratur derselben grössere Aufmerksamkeit geschenkt. Es sind hier zu nennen die Handbücher von Himly (15), Desmarres (10), Mackenzie (19), Stellwag von Carion (27), sodann die Bearbeitungen der angebornen Bildungsfehler des Auges von Seiler (25), von Ammon (1) und Cornaz (7).

Die casuistischen Mittheilungen über diese Missbildung sind etwas zerstreut; einzelne derselben lassen in Beziehung auf genaue Mittheilung des Details, besonders mit Rücksicht auf die Complicationen, viel zu wünschen übrig.

Im Folgenden habe ich eine Zusammenstellung der einzelnen Fälle zu geben versucht, in welcher das Wesentliche mitgetheilt ist; es wurde dies durch die letzten Mittheilungen von Manz und von Wecker, die ziemlich vollständige Litteraturangaben machen, wesentlich erleichtert.

Neben den Fällen von einfachen oder doch weniger com-

plicirten Spaltbildungen der Lider sind noch eine Anzahl von complicirten Spaltbildungen des Gesichts, mit denen Defecte in den Augenlidern verbunden waren, angeführt. Diese scheinen, sich eng an den Fall von Kraske anschliessend, besonders geeignet, die von dem Genannten hervorgehobenen Gesichtspunkte für die Erklärung des Zustandekommens wenigstens eines Theiles der Fälle zu bestätigen.

1. Mayor (22). Colobom des oberen Augenlides mit Bildung einer von der Spitze des Coloboms gegen die Cornea ziehenden Conjunctivalfalte.
2. Beer (5). Obere Augenlidscharte der linken Seite, bei einem neugebornen Knaben beobachtet, zugleich mit kegelförmiger Bildung der Cornea.
3. Heyfelder (14). Spalte am linken obern Augenlide eines 3 Monate alten Knaben mit Abflachung des obern Bulbussegments. Coloboma iridis. Linksseitige einfache Hasenscharte mit dieser entsprechenden Furche im Processus alveolaris des Oberkiefers. Versehen der Mutter.
4. 5. 6. v. Ammon (1). 3 Fälle von einfachem Colobom, ohne Complication, 2 davon fanden sich am untern, 1 am obern Lide der rechten Seite; mit Abbildungen.
7. Derselbe (2). Colobom am linken obern Augenlide eines 20jährigen Mannes mit Abflachung und oblonger Gestalt der Cornea. Microphthalmus; beiderseitiger Mangel des 2ten Metatarsalknochens.
8. Derselbe (3). 6jähriger Knabe mit Colobom des rechten obern Augenlides mit doppeltem Scleroticaltumor (Abbildung). Ebendaselbst Colobom des rechten obern Augenlides eines c. 3 Monat alten menschlichen Fötus.
9. Cunier (8). Vförmiges Colobom in der Mitte des untern rechten Lides mit Blepharoptosis palpebrae superioris, bei einem 3jährigen Knaben operirt (Abbildung).
10. v. Gräfe (12). 6 Monate alter Knabe mit complicirter Spaltbildung des linken oberen und unteren Lides mit Dermoidgeschwulst am innern Cornealrande. Linksseitiger Lippenspalt mit abnormer Auswölbung des Gaumens nach oben. Spaltbildung am linken Nasenflügel. Unterer Thränenpunkt an der äussern Grenze des Coloboms. Oben blind endigender Thränensack. Fall der Mutter auf das Gesicht im 7ten Schwangerschaftsmonat.
11. Becker (4). 18jähriges Mädchen. Angeborne doppelte Spaltbildung mit Zwischenstück des linken obern Augenlides. Subconjunctivale Lipome. Cilien auf der Conjunctiva bulbi beider Augen. Operative Behandlung, sehr guter Erfolg (mit Abbildungen).
12. Horner (16). Doppelte Spaltbildung des rechten obern Augenlides mit Zwischenstück. Rechts ein, links drei Dermoide (Abbildung).

13. Manz (20). Eigenthümliche Missbildung an beiden obern Augenlidern eines 18jährigen Mannes. Von den getrübten Hornhäuten beider Augen ziehen Hautbrücken zwischen die congenitalen Spaltbildungen beider Lider gegen die Stirnhaut (Abbildung).
14. Wecker (32). Colobom am rechten obern Augenlide eines 30jährigen Mannes mit Dermoidbildung am innern Cornealrande entsprechend dem Defekte des obern Lides (Abbildung).
15. Seely (24). Spaltbildung an der innern Partie des untern Lides. Verwachsung der nach innen von dem Colobom liegenden Partie mit dem Bulbus. Im oberen Lide Andeutung einer Spalte. Kieferlippenspalte. Seely will bereits einen Fall mit Colobom im oberen Lide und Kieferlippenspalte gesehen haben.
16. Steffan (26). Colobom des obern Lides mit Dermoid am innern Cornealrand.
17. Pflüger (23). Colobom an der innern Partie des obern und untern Lides der linken Seite bei einem einjährigen Knaben. Bulbus normal. Oberes Thränenröhrchen nicht geschlossen. Die Thränenrinne führt in einen Blindsack, ebenso auch der untere Thränenpunkt. Linksseitige Lippenspalte mit abnormer Auswölbung des Gaumens. Mit gutem Erfolge operirt.
18. Wilkinson (34). 3wochenaltes Mädchen mit conjunctivaähnlicher Membran auf der Cornea und Colobom beider Oberlider.
19. Gilette (11). 6jähriger Knabe mit Colobom beider oberen Lider. Rechts oben Mangel des Thränenpunkts.
20. Streatfeild (28). 40jährige Frau mit beiderseitigem Colobom des obern Lides. Rechts doppelte Spaltbildung mit zungenförmigem Mittelstück (Abbildung).
21. Talko (29). Doppelte Spaltbildung des rechten Oberlides mit Dreitheilung des Knorpels. Dermoidal-Tumor auf dem Oberlid. Bulbus normal. 28jähriger Mann (Abbildung).
22. Derselbe (29). Spaltbildung an der innern Partie des untern Lides bei einem 20jährigen Mädchen. Dermoidbildung am untern innern Cornealrand. Anomalieen an der Pupille.
23. Davidson (9). 3 Wochen altes Mädchen mit Colobom des linken oberen Lides. Hautartige haarlose Verdickung auf der äussern Partie der Cornea. Mit Conjunctivalfalte aus der Spitze des Coloboms an die Corneascleralgrenze (Operation. Abbildung).
24. Kraske (17). 13jähriges Mädchen mit Spaltbildung an der inneren Seite des rechten unteren Augenlides. Thränenpunkt an der innern Seite des Coloboms. Verbindung des Coloboms mit einer Lippenspalte durch einen Narbenstreif. Störungen in der Entwicklung des Kiefergerüstes. Andeutung einer Furchenbildung zwischen Ober- und Zwischen-Kiefer mit Bildung eines fistelartigen Kanals im Oberkiefer. Retardirte intrauterine Verschmelzung einer Gesichtsspalte (Abbildung).

25. Schleich. Spaltbildung beider Oberlider. Links ausgebildet. Rechts nur angedeutet. Links mit pterygiumartiger Bildung auf der Cornea. Lidtumoren. Eigenthümliche Haargrenze (Abbildung).

Die folgenden 6 Fälle betreffen das Vorkommen von Gesichtsspalten verschiedenen Grades. Diese Missbildung schliesst, wenn höhergradig, die Lebensfähigkeit aus.

26. Hasselmann (13) operirte ein neugebornes Mädchen mit einer linkseitigen schrägen Gesichtsspalte, die von der Mitte der linken Hälfte der Oberlippe ausgehend neben Nase bis zum innern Augenwinkel; ferner von der Grenze des äussern Drittels des obern Augenlides schräg durch die Augenbraue und Schläfe bis zur Grenze des Haupthaars verläuft. Die Spaltbildung betrifft im Wesentlichen die Weichtheile. Kerbe im Processus alveolaris mit Auswölbung der linken Gaumenhälfte nach oben. Kerbe im Augenbrauenbogen. Bulbus anscheinend normal (Abbildung).
27. Weber (31). Neugebornes Kind mit normalem Bulbus. Schräge Lippenkieferwangenspalte durch einen Narbenstreif angedeutet, der von dem obern Ende der Lippenspalte bis zum untern Augenlide verlaufend, dort Vförmig endet. Mangelhafte Ausbildung des untern Lides.
28. Derselbe (31). Beiderseitige schräge Gesichtsspalte, in deren oberem Ende die Augen liegen.
29. Leuckart (18). Linksseitige Gesichtspalte mit mangelhafter Ausbildung des Bulbus und defekter Bildung der Augenlider.
30. Bruns (6). Weiblicher Fötus mit beiderseitiger schräger Lippenkieferwangenspalte, die am innern Augenwinkel zwischen den Thränenpunkten endet mit mehrfachen Spaltbildungen der Lider. Microphthalmus mit eigenthümlichem strangförmigem Gebilde an beiden Corneae.
31. Vrolik (30). Weiblicher Totus mit Fissura facialis vom rechten Mundwinkel bis zum innern Augenwinkel.

Unterziehen wir die aufgeführten Fälle einer vergleichenden Betrachtung, so fällt uns vor allem die ausserordentliche Mannigfaltigkeit, der fast jeden einzelnen Fall auszeichnenden Complicationen auf, so dass uns schon von vernherein die Schwierigkeit einleuchtet, dieses so bunte Gemisch von Einzelnbeobachtungen unter einem Gesichtspunkte zu vereinen behufs Verwerthung zur Erklärung des Zustandekommens unserer Missbildung.

Die rein statistischen Ergebnisse der Zusammenstellung der unter 1 bis 25 erst aufgeführten Fälle sind folgende:

Da die Missbildung an und für sich, wenn nicht schwere Complicationen damit verbunden sind, die Lebensfähigkeit nicht

ausschliesst, so finden wir unter den Trägern derselben alle Lebensalter vertreten.

Von den 18 betroffenen Individuen, in denen das Geschlecht angegeben ist, sind 12 männlichen, 6 weiblichen Geschlechts. Unter den 22 Fällen, in denen die von der Missbildung betroffene Körperseite angeführt ist, waren 10 auf der rechten, 7 auf der linken Seite allein, 5 auf beiden Seiten zugleich.

17mal war die Spaltbildung an den obern Lidern (wovon 5mal beiderseits Manz, Wilkinson, Gillette, Streatfeild, Schleich), 5mal an dem untern Lide, und nur 3mal am obern und untern Lide zugleich (v. Gräfe, Seely, Pflüger).

In den meisten Fällen sind, wie schon bemerkt, mit den Spaltbildungen der Lider Complicationen der mannifaltigsten Art verbunden.

Die Spaltbildung selbst besteht in einem Defekte des Lides, der im Ganzen die Form eines Dreiecks hat, dessen Basis dem Lidrande entspricht; diese Unterbrechung der normalen Lidelemente, die sowohl der Höhe als auch der Breite nach sehr verschieden gross ist, betrifft bald nur einzelne Bestandtheile, bald die ganze Dicke des Lides.

Nur in den wenigen Fällen, in denen von einer Complication nichts erwähnt ist, haben wir es mit einer einfachen Colobombildung zu thun. Es sind dies Fälle von Ammon, Cunier, Streatfeild und Gillette. Hieran reihen sich die Fälle, in denen leichte Veränderungen der Cornea und Conjunctiva gewöhnlich an der dem Liddefekte entsprechenden Stelle sich finden, welche in Faltenbildungen, Verdickungen der Conjunctiva, Andeutungen von Symblepharon, unbedeutenden Anomalieen in der Wölbung und Durchsichtigkeit der Cornea bestehen [Mayor, Beer, Ammon, Heyfelder, Schleich (rechts).] Einzelne Fälle sind noch, ohne Zusammenhang mit den übrigen, besonders bemerkenswerth wegen Anomalieen der Iris. Heyfelder hat in seinem Fall Colobom der Iris beobachtet. Die Anomalie der Iris in dem Fall von Talko ist wohl anders zu deuten.

In den bisher genannten bedingt die Missbildung keine Beeinträchtigung der Function der Augen.

Gleichsam als Steigerung der vorher genannten leichten Veränderungen der Conjunctiva und Cornea treten in diesen Theilen nicht selten abnorme Bildungen auf, die je nach ihren verschiedenen Formen sehr wesentliche Functionsstörungen bedingen können. So gehören hieher die Fälle, in denen die Cornea in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch conjunctivaähnliche dichtere Membranen, oder selbst brückenförmig mit der benachbarten Cutis zusammenhängende Hautlappen bedeckt ist. Auch diese Veränderungen sitzen vorzugsweise an der dem Colobom entsprechenden Stelle des Bulbus (Davidson, Schleich (links), Wilkinson, Manz). Ohne scharfe Grenze leiten die genannten Complicationen zu den eigentlichen Geschwulstbildungen am Bulbus hinüber. Fälle von Hypertrophie des subconjunctivalen Gewebes (v. Ammon), subconjunctivale Lipome (Becker) bilden die Uebergänge zu den Dermoidgeschwülsten. Die meisten derselben sitzen am Corneoscleralrande, wodurch die anliegende Cornealpartie auch manchmal verändert wird. (Ammon, v. Gräfe, Becker, Horner, Wecker, Steffan, Talko.)

Hieran schliessen sich noch die Fälle von Geschwulstbildungen in den Lidern (Talko, Schleich), welche durch eine Hypertrophie des Cutisgewebes bedingt zu sein scheinen.

Vereinzelt steht endlich unser Fall mit der abnormen Haarlinie und dem Defect in dem Stirnbein da.

In einzelnen Fällen war die Spaltbildung eine doppelte (Becker, Horner, Streatfeild, Talko). Zwischen den beiden Spalten findet sich ein zungenförmiges Zwischenstück, das meist keinen Knorpel enthält, sondern durch ein mehr oder weniger dicke Duplicatur aus Cutis und Schleimhaut gebildet wird, welche gewöhnlich mit dem Bulbus durch eine Conjunctivalfalte verbunden ist.

Bemerkenswerth ist, dass die genannten Complicationen am Bulbus und in dessen nächster Umgebung zum weitaus grössten Theil bei Colobom des oberen Lides sich finden. Dieser Gruppe steht eine weniger zahlreiche gegenüber, in welchen solche Complicationen am Bulbus entweder gar nicht vorkommen, oder doch mindestens eine unwesentliche Rolle spielen,

in denen dagegen anderweitige wichtige Veränderungen unser Augenmerk auf sich ziehen. Ich meine die Fälle, in denen neben dem Colobom des Augenlides noch weitere Spaltbildungen im Gesicht sich finden. Das Wesentliche dieser Fälle ist, dass die Spaltbildung des Lides nur eine Theilerscheinung einer mehr oder weniger ausgebildeten Spaltbildung des Gesichts darstellt, von welcher bald nur in den Weichtheilen die beiden Enden, Colobom des unteren Lides und Lippenspalte, bald auch noch eine Verbindung derselben, Narbenstreif bei Kraske, Spalt an der Nase bei v. Gräfe, bald aber auch am Knochengerüste unverkennbare Zeichen angedeutet sind.

Gegenüber den oben genannten betrifft die Spaltbildung hier hauptsächlich das untere Lid und zwar dessen innerste dem Augenwinkel anliegende Partie, so dass das Lid selbst in seiner Ausbildung nicht wesentlich beeinträchtigt ist, sondern nur gewissermassen nach aussen hin verschoben erscheint.

Bemerkenswerth ist ferner, dass nur in diesen Fällen Anomalieen der Thränenwege beobachtet worden sind, anomale Lage der Thränenpunkte, unvollständiger Verschluss des Thränenröhrchens, Unregelmässigkeiten in der Durchgängigkeit der Thränenwege. Es gehören hieher die Fälle von v. Gräfe, Pflüger, Seely, Kraske und eng an den letzteren sich anschliessend die 6 angeführten Fälle von Spaltbildungen des Gesichts, denen sich wohl noch weitere beifügen liessen.

Was den von v. Gräfe mitgetheilten Fall betrifft, so tritt hier die Dermoidbildung gegenüber den übrigen Complicationen sehr in den Hintergrund; es würde dieser Fall eine Mischform der beiden Gruppen repräsentiren. Der Fall von Heyfelder mit Spaltbildung des obern Lides und Kieferlippenspalte ist entweder als ein zufälliges Zusammentreffen beider Missbildungen anzusehen, oder es deutet derselbe auf eine Beziehung des Coloboms des obern Lides zu dem Reste der Gesichtsspalte hin. eine Vermuthung, die auch dadurch gestützt ist, dass bei Pflüger, v. Gräfe und Seely eine, wenn auch nur angedeutete Spaltbildung an der innern Seite des obern Lides vorhanden ist. Leider ist von Heyfelder die Stelle des obern Lides, wo die Spaltbildung sich fand, nicht genauer angegeben.

Endlich dürfte noch der 2te Fall von Talko, Colobom am innern Theile des unteren Lides mit normaler Ausbildung des Lides, welches gewissermassen nur nach aussen verschoben ist und den Anomalieen der Thränenwege auch zu dieser Gruppe gehören, und würde den geringsten Grad dieser Missbildung darstellen, entsprechend der einfachen Lippenspalte gegenüber der schrägen Gesichtsspalte.

Die 6 Fälle von in verschiedenem Grade ausgebildeter schräger Gesichtsspalte geben für die Erklärung des Zustandekommens der Missbildung in den Fällen von mit Lippenspalte complicirtem Colobom einen wesentlichen Stützpunkt. Wir haben dieselben auf einen nicht vollständigen Verschluss der Augennasenfurche zurückzuführen, welche in einer gewissen Periode des Fötallebens zwischen Augenhügel, seitlichem Nasenfortsatz und Oberkieferfortsatz gelegen ist.

Das vollständige Offenbleiben derselben bedingt die ausgebildete schräge Gesichtsspalte; je nachdem aber die Vereinigung bloss oberflächlicher Partieen der betreffenden Theile oder auch der tieferliegenden ausgeblieben oder nur theilweise eingetreten ist, betrifft die Spaltbildung bloss die Weichtheile oder im andern Falle das Knochengerüste in verschiedenen Graden, wie wir dies in unsern Fällen einzeln repräsentirt sehen.

Auch die tieferliegenden Thränenwege werden dabei häufig in ihrer Ausbildung leiden, während die Lidbildung selbst durch einen unvollständigen Schluss der genannten Spalte nicht gehemmt zu sein braucht, da der Boden, auf dem sich die Lider entwickeln, nur eben an diese Spalte nach aussen angrenzt, was auch mit der Thatsache übereinstimmt, dass die Lider in den betreffenden Fällen keinen ausgesprochenen Defect zeigen, sondern nur »nach aussen gerückt« zu sein scheinen. Die meist kaum angedeutete Spaltbildung an der inneren Seite der oberen Lider ist wohl der Rest des obersten Theils der zwischen Augenhügel und seitlichem Nasenfortsatz befindlichen Spalte, der oberste Theil der Thränenfurche.

Das Colobom des unteren Lides der betreffenden Fälle ist also ein Rest einer fötalen Spaltbildung, eine Hemmungsbildung; eine Erklärung, welche in wünschenswerther Ueberein-

stimmung mit den durch die Entwicklungsgeschichte festgestellten Thatsachen steht.

So wenig eine Einwendung gegen die gegebene Erklärung des Zustandekommens der Spaltbildung am untern Lide in den betreffenden Fällen zu machen ist, so wenig dürfen wir diese ausdehnen auf die erstbesprochene Gruppe von Missbildungen, die das obere Lid betreffen und die genannten Complicationen am Bulbus zeigen.

Für diese Fälle müssen wir uns an die Erklärungsversuche von Manz oder von Wecker halten.

Das im Ganzen bis jetzt doch noch spärliche casuistische Material im Verein mit den durch die Entwicklungsgeschichte der Lider und Conjunctiva festgestellten Thatsachen lassen zur Zeit eine bestimmte Entscheidung für die eine oder andere Ansicht nicht zu, wenn auch die einzelne Beobachtung bald mehr für die Manz'sche, bald mehr für die Wecker'sche Hypothese spricht.

Es ist festzuhalten, dass die am Ende des 2ten oder Anfange des 3ten Monats des Fötallebens beginnende Lidbildung in keinem Stadium ihrer Entwicklung eine das Lid betreffende Spaltbildung zeigt, und dass diese Missbildung in einer anomalen Weiterentwicklung oder mangelhaften Umbildung der die Augen zur Zeit der Lidbildung bedeckenden Haut begründet ist, wodurch eben die Lidbildung für die betreffende Stelle gehemmt wird.

Litteratur.

1. v. Ammon. Klinische Darstellungen der Krankheiten und Bildungsfehler des menschlichen Auges. Berlin 1841. Abthl. III. p. 4.
2. v. Ammon. Zeitschrift für Ophthalmologie von Ammon. T. V. 1837. p. 83.
3. v. Ammon. Journal der Chirurgie und Augenheilkunde. Bd. XXXI. 1. p. 96. 1843.
4. O. Becker. Wien. med. Wochenschrift. Spitalzeitung. 1863. Nr. 16—18.
5. Beer. Das Auge. Wien 1813. p. 55.
6. Bruns. Handbuch der Chirurgie. 1859. T. II. p. 262.
7. Cornaz. Des abnormités congéniales des yeux. 1848.
8. Cunier. Annales d'oculistique. T. VII. 1842. p. 10.

9. Davidson. Med. Times and Gazette. vol. 50. p. 169. 1875.
10. Desmarres, Traité des maladies des yeux. 1854.
11. Gilette. L'Union médic. 1873. Nr. 60.
12. v. Gräfe. Archiv für Ophthalmol. Bd. IV. Abth. 2. p. 269.
13. Hasselmann. Archiv für klinische Chirurgie. Bd. XVI. 1874. p. 681.
14. Heyfelder. Zeitschrift für Ophthalmologie von Ammon. T. 1. 1831. p. 480.
15. Himly. Die Krankheiten und Missbildungen des menschlichen Auges. 1843.
16. Horner. Klinische Monatsblätter. Bd. II. p. 190. 1864.
17. Kraske. Archiv für klinische Chirurgie. Bd. XX. 1877. p. 396.
18. Leukart. Untersuchungen über das Zwischenkieferbein des Menschen. 1840. p. 47.
19. Mackenzie. Traité pratique des maladies de l'oeil. 1856.
20. Manz. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV. Abth. 2. p. 145. 1868.
21. Manz. Die Missbildungen des menschlichen Auges in Gräfe-Sämisch's Handbuch. II. 2.
22. Mayor. Thèse sur quelques maladies congénitales des yeux. Montpellier. 1808.
23. Pflüger. Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde. Bd. X. p. 250. 1872.
24. Seely. Transactions of the americ. ophthalmol. society. 1871. p. 142.
25. Seiler. Beobachtungen ursprünglicher Bildungsfehler der Augen. 1833.
26. Steffan. Bericht über die Augenheilanstalt. 1872—73.
27. Stellwag von Carion. Die Ophthalmologie vom naturwissenschaftlichen Standpunkte. 1858.
28. Streatfeild. Ophthalm. Hosp. Reports. 1873. T. VII. p. 451.
29. Talko. Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde. Bd. XIII. 1875. p. 202 u. 206.
30. Vrolik. Tabulae ad illustr. embryogen. hominis et mammarium. Amstelodami. Tab. XX. Fig. 3. 1849.
31. Weber in Pitha und Billroth, Handbuch der Chirurgie. Bd. III. Abth. I. 2. Lief. Krankheiten des Gesichts. p. 68.
32. Wecker. Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Bd. I. p. 126. 1869.
33. de Wecker et Landolt. Traité d'ophthalmologie. 1879. p. 239.
34. Wilkinson. Transactions of the patholog. society of London. 1872. p. 214.

Ophthalmoskopische Beobachtung cilioretinaler Blutgefässe.

Von

Dr. **Schleich**,
Assistenzarzt der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen.

(Hiezu 9 Abbildungen.)

Die Wichtigkeit der Thatsache einer fast vollständigen Trennung des Ciliar- und Netzhautgefässssystems für die Ernährungsverhältnisse des intraocularen Sehnervenendes und der Netzhaut besonders unter pathologischen Verhältnissen hat die gegründete Veranlassung gegeben, selbst kleine und seltener beobachtete Abweichungen von der normalen Anordnung der Blutgefässe der betreffenden Theile ganz besonders zu berücksichtigen.

Die anatomische Forschung [1]) hat festgestellt, dass ausser den Centralgefässen und deren Verzweigungen nur feinste Arterien aus dem das periphere Sehnervenende umgebenden sog. Zinn'schen Arterienkranz in geringem Grade an der Blutzufuhr zu der Papille des Sehnerven und zu dem unmittelbar anliegenden Netzhautbezirke sich betheiligen. Diese Abkömmlinge des Zinn'schen Arterienkranzes sind aber gewöhnlich so dünn, dass sie mit Hilfe des Ophthalmoskops im lebenden Auge nicht mehr erkennbar sind.

Ausser diesen genannten treten aber nach Donders [2]) auf der Papille feine Gefässchen auf, die, gesondert im Sehnervenstamm verlaufend, ebenfalls nicht von den Centralgefässen entspringen.

---

1) Leber in Gräfe-Sämisch's Handbuch der Augenheilkunde II. 2. p. 307. v. Gräfe's Archiv XI. 1. p. 6.

2) A. v. Gräfe's Archiv I. 2. p. 87.

Eine merkwürdige von diesen Thatsachen abweichende Beobachtung theilt H. Müller[1]) mit. »Es kam hier nämlich auf der Seite des gelben Fleckes ein Gefäss von 0.05 Mm. aus der Sclera an den Rand der Chorioidea, bog sich dicht um denselben herum und ging am Ende der äusseren Schichten der Retina vorbei in diese ein. Ob Arterie oder Vene ist nicht zu entscheiden. Jedenfalls aber geschieht dies nur ausnahmsweise, dass ein Gefäss im normalen Zustande so nahe an den Rand der Chorioidea herantritt und noch seltener dürfte dies einer der gewöhnlichen Hauptäste der Centralgefässe thun«. Eine beigegebene Skizze eines Sehnervenquerschnitts zeigt ein solches Gefäss mit diesem ungewöhnlichen Ursprung.

Auch die Untersuchung des Augenhintergrundes mittelst des Augenspiegels nach dieser Richtung hin hat die Ergebnisse der anatomischen Forschung wesentlich bestätigt. Nach Mauthner[2]) ist es eine grosse Seltenheit, dass mit dem Augenspiegel sichtbare Gefässe der Retina nicht als Abkömmlinge der Centralgefässe nachzuweisen sind und ausserhalb der Papille in der Retina ihren Ursprung nehmen. Er erklärt derartige Gefässe für kleinere vor der endgiltigen Theilung der Centralgefässe von diesen abgehende Zweigchen derselben.

Die Angaben Lebers[3]) stimmen hiemit überein, doch macht letzterer auch auf die Möglichkeit gelegentlich zu beobachtender, nicht aus den Centralgefässen stammender, auf der Papille auftretender Gefässe aufmerksam.

Einige Fälle, in denen ein von dieser Norm abweichender Gefässverlauf sich fand, hat Loring[4]) mitgetheilt. Lassen wir von diesen 3 Fällen die 2 ersteren als pathologische Verhältnisse betreffend ausser Betracht und führen hier nur den dritten Fall an.

In einem hochgradig myopischen Auge (M10) eines jungen Mädchens mit einem die Papille ringförmig umgebenden sog.

1) A. v. Gräfe's Archiv IV. 2. p. 10.
2) Mauthner, Lehrbuch der Ophthalmoscopie. p. 249.
3) Leber l. c.
4) Loring: Archiv für Augen- u. Ohrenheilkunde II. 2. p. 163.

Staphyloma post. sah Loring eine dickere Vene, die am Rande der Papille, anstatt sich mit den übrigen Venenstämmen zu vereinigen, plötzlich verschwand. Er nimmt an, dass diese Vene die Sclera perforirt, oder, was ihm wahrscheinlicher ist, sich mit einem Chorioidealgefässe verbindet.

Ausser der genannten Mittheilung von Loring und der oben angeführten von H. Müller ist, soviel mir bekannt, nichts Weiteres diesen Gegenstand betreffendes veröffentlicht worden, bis Nettleship [1]) auf eine im Augenhintergrunde mit dem Ophthalmoskop wiederholt von ihm beobachtete Anomalie im Ursprunge von Retinalgefässen aufmerksam gemacht hat. Nach seiner Ansicht sind diese gewöhnlich am Rande der Papille oder in geringer Entfernung davon auftretenden Retinal-Gefässe nicht als vor der Endtheilung der Centralgefässe von diesen abgegangene Zweige, sondern als Abkömmlinge der Ciliargefässe anzusehen, wesshalb er sie auch cilioretinale Gefässe nennt. Im Ganzen hat er an den genannten Stellen 13 Fälle genauer beschrieben und diese Beschreibung durch einfache Skizzen erläutert. Unter anderem ist auch die Beschreibung und Abbildung eines zufällig ein solches cilioretinales Gefäss treffenden Papillen-Durchschnitts bei Neuritis optica in einem Falle von Hirntumor mitgetheilt.

Nettleship macht auf Grund seiner Beobachtungen folgende Schlüsse, die ich hier in Kürze zusammenfasse: Bei der Untersuchung gesunder Augen begegnet man sehr häufig sowohl arteriellen als venösen Retinalgefässen, welche in der Nähe der Papille ausserhalb derselben auftreten resp. verschwinden. Diese Gefässe sind meist sehr klein, können übrigens die Grösse eines Hauptastes der Centralgefässe erreichen. Die nur ausnahmsweise in der Mehrzahl und meistens nur auf einem Auge besonders häufig in myopischen Augen mit Sicheln, zur Beobachtung kommenden cilioretinalen Gefässe entspringen immer am temporalen Rande der Papille, von wo sie, meist nach Bildung eines kleinen Bogens, nach den der Macula lutea nahen Netzhaut-

---

1) Ed. Nettleship: British Medic. Journ. Feb. 5. 1876. Ophth. Hosp. Rep. vol. VIII. p. 512. u. Ibid. vol. IX. 2. p. 161.

bezirken hin verlaufen. Von andern ebenso grossen retinalen Gefässen sind sie durch nichts zu unterscheiden, als dass sie eben nicht auf der Papille, sondern an deren Rande oder in einiger Entfernung davon ihren Ursprung nehmen. Anastomosen mit anderen Gefässen liessen sich bis jetzt nicht nachweisen, und ebensowenig lässt das Auftreten derselben bestimmte Beziehungen zu pathologischen Verhältnissen erkennen.

Wenn nun auch Nettleship selbst diesen Gefässen bis jetzt keine praktische Bedeutung zukommen lässt, so ist doch nicht ausser Auge zu lassen, dass weitere Beobachtungen und bes. anatomische Untersuchungen, welche die bis jetzt noch nicht ganz sicher gestellte Abkunft der besprochenen Gefässe aus den Ciliargefässen beweisen würden, bei etwaigen Veränderungen und Erkrankungen der so wichtigen Theile des Augenhintergrundes, diesen Gefässen eine besondere Stellung anweisen könnten.

Mit Rücksicht darauf, dass eine weitere Ansammlung von Material wünschenswerth sein muss, einmal um die Angaben Nettleship's zu bestätigen, sodann um vielleicht weitere Anhaltspunkte für eine etwaige Verwerthung dieses interessanten Befundes zu gewinnen, habe ich es unternommen, die mir in relativ kurzer Zeit vorgekommenen Fälle dieses abnormen Circulationsverhältnisses mitzutheilen. Schon wiederholt, ehe mir die Mittheilungen von Nettleship zu Handen kamen, bin ich auf einzelne Fälle eines solchen abnormen Ursprunges kleinerer retinaler Gefässe aufmerksam gewesen. Seit dieser Veröffentlichung von Nettleship habe ich es nicht unterlassen, die einzelnen Fälle besonders genau zu notiren und von den betreffenden Verhältnissen kleine Skizzen zu entwerfen.

Die einzelnen Fälle mit den dazu gehörigen Abbildungen folgen:

1ter Fall. Fig. 1. u. 2.

J. M. Gymnasiast, 14 J. alt, leidet an einer seit c. 4—5 Jahren rasch progressiven Myopie mit Reizerscheinungen und war desshalb längere Zeit in Behandlung. Auf beiden Augen betrug die Kurzsichtigkeit nach länger dauerndem Atropingebrauche 5.5 Ml.

Die Sehschärfe ist normal. S = $^5/_4$. Keine Muskelanomalieen.

Die ophthalmoskopische Untersuchung im aufrechten Bilde ergab:

Rechtes Auge (Fig. 1.). Aussen an der Papille findet sich



Fig. 1.

eine stark halbpapillenbreite mit nicht scharfem Rande versehene Sichel. In derselben zeigt ein feines Retinalgefäss *, von dem nicht zu entscheiden ist, ob Arterie oder Vene, einen eigenthümlichen Ursprung und Verlauf. Das Gefäss entspringt in der untern Hälfte der Sichel etwa in der Mitte zwischen Papillen- und Sichelrand. Alsbald nach dem Ursprunge einen



Fig. 2.

nach der Papille hin convexen Bogen bildend, zieht es nach kurzem Verlaufe nach aussen-oben und nach abermaliger Aenderung seiner Richtung die Sichel verlassend etwa horizontal gegen die Macula lutea hin, wo es sich nur noch eine kurze Strecke weit verfolgen lässt.

Auf dem linken Auge (Fig. 2) entspringen in der durch eine feine Pigmentlinie in 2 Abschnitte getheilten sehr grossen Sichel 2 dickere Gefässe ungefähr 2ter Grösse. Das eine in dem oberen Theile der Sichel entspringende Gefäss* ist mit Sicherheit als Arterie, das andere** am unteren-äusseren Rande entspringende als Vene zu erkennen. An der die Sichel in 2 Partieen trennenden Pigmentlinie entspringend und alsbald nach dem Ursprunge einen nach der Papille hin convexen Bogen bildend, gewinnt die Arterie einen nach aussen und etwas nach oben hin gerichteten Verlauf und theilt sich nach Art einer gewöhnlichen Retinalarterie, einige Zweige in die Gegend der Macula lutea abgebend. Die genannte Vene entsteht aus der Vereinigung kleinerer aus der Gegend der Macula lutea und dem nach aussen unten gelegenen Netzhautbezirke herkommender Zweige, und läuft gegen den Sichelrand, wo sie auf letzterer einen nach oben convexen etwas flachen Bogen bildend, genau an dem Rande derselben verschwindet. Abgesehen von dem eigenthümlichen Ursprunge der genannten Gefässe zeigen dieselben in ihrem Verlauf und ihren Verzweigungen keinerlei Abweichung von dem entsprechenden Verhalten anderer Retinalgefässe.

2ter Fall. Fig. 3.

Fabrikarbeiterin R. S., 17 J. alt, sah angeblich bis vor circa einem Jahre gut in die Ferne. Das Distinctionsvermögen in der Ferne nahm bis in die letzte Zeit noch ab. Ophthalmoskopisch wurde ein geringer Grad von Accommodationskrampf constatirt und eine Atropinkur angeordnet. Die Refraction wurde hiedurch von 2.5 Ml Myopie auf 1.75 Ml Myopie herabgesetzt. Sehschärfe $^5/_5$—$^5/_4$. An der rechten Papille zeigte im aufrechten Bilde sich eine sehr tiefe physiologische Excavation mit gut sichtbaren Maschen der Lamina cribrosa. Nach innen hin besitzt die Excavation einen sehr steilen Rand, nach aussen hin gegen

den Rand der Papille verliert sie sich allmählich. Am äussern Rande ist keine Spur einer Sichel oder doppelten Contour wahrzunehmen, dagegen findet sich daselbst ein schmales Pigmenträndchen. Genau am äussern untern Rande der Papille entspringen 2 feine Gefässchen, die nach kurzem Verlauf gegen das Centrum der Papille nach Bildung eines Bogens in entgegengesetzter Richtung ihren Lauf fortsetzen und in der Retina ungefähr horizontal gegen die Macula lutea hinziehen, sich aber allmählich dünner werdend, bald verlieren. Die Feinheit der Gefässe erlaubt keine Bestimmung der Natur derselben. Auch auf dem linken Auge sind, einen ähnlichen Ursprung nehmende, aber noch feinere Gefässe zu sehen.



Fig. 3.

3ter Fall. Fig. 4.

Gymnasiast L., 12 Jahre alt, ist seit längerer Zeit kurzsichtig und leidet an einer ausgesprochenen Insufficienz der Interni, wegen welcher die Tenotomie des Musculus rectus externus am rechten Auge mit dem gewünschten Erfolge vorgenommen wurde. Nach Atropinanwendung betrug rechts die Myopie 3 Ml, links 2.75 Ml. Der ophthalmoskopische Befund ergab im aufrechten Bilde: rechts eine scharf begränzte ³/₄ P. D-breite Sichel nach aussen von der aufrecht ovalen Papille. Von der breiten Sichel schneidet ein feiner Pigmentcontour eine schmale Partie ab. Genau an dieser Pigmentlinie entspringt in deren oberem Theile ein feines Gefäss, das nach Bildung eines kleinen nach der Papille hin convexen Bogens die Sichel verlässt und nach kurzem Verlaufe gegen die Macula lutea, wegen zunehmender Feinheit sich etwa bis in die Mitte zwischen Papille und Macula lutea verfolgen lässt. Mehr in der unteren Hälfte der Sichel entspringt ein 2tes Gefäss, das alsbald in 2 Zweige sich theilt, welche beide bogenförmig umbiegen, ungefähr parallel nach aussen hinziehen und nur eine



Fig. 4.

kurze Strecke weit zu verfolgen sind. Zu bemerken ist ferner, dass unweit des nasalen Randes der Papille in derselben eine Arterie ungefähr 3ter Grösse entspringt, die beim Uebertritt des Randes der Papille sich in 2 Zweige theilt, welche in die innere Partie der Retina verlaufen. Während die beiden erst beschriebenen dünnen Gefässe als sogenannte cilioretinale Gefässe zu bezeichnen sind, ist die in der Papille entspringende Arterie wohl eines der Gefässe, die Donders (l. c.) als nicht selten vorkommend anführt.

4ter Fall. Fig. 5 u. 6.

Lehramtskandidat S. 20 Jahre alt, ist, seit er sich erinnern kann, kurzsichtig. Die Kurzsichtigkeit hat bis vor Kurzem noch zugenommen. Nur unbedeutende Beschwerden veranlassen den Patienten sich vorzustellen.

Die Functionsprüfung ergiebt:

L mit — 9 Ml S = $^5/_9$ — $^5/_6$

R mit — 10 Ml S = $^5/_9$ — $^5/_6$.

Atropingebrauch setzt auf beiden Augen die Refraction um eine Ml herab.



Fig. 5.

Die Untersuchung des Augenhintergrundes im aufrechten Bilde ergiebt beiderseits mässig breite Sicheln mit scharfen Grenzen, beiderseits physiologische Excavation. Links entspringen am Rande der Sichel 2 feine Gefässe, von denen das obere sowohl als das untere, letzteres nach Bildung eines kurzen den Rand der Papille berührenden Bogens, nach der Gegend der Macula lutea hinziehen und sich bald wegen zunehmender Feinheit nicht weiter verfolgen lassen.



Fig. 6.

Auf dem rechten Auge entspringt ebenfalls genau am Rande der Sichel eine Arterie etwa 3ter Grösse, die nach Bildung eines den Papillenrand berührenden Bogens in den unten von der Macula lutea gelegenen Netzhautbezirk zieht, und an die Gegend der Macula lutea mehrere Zweige abgiebt.

5ter Fall. Fig. 7.

T. A. 19 Jahre alt, Schreiber, ist seit c. 4 Jahren kurzsichtig, und stellt sich wegen in der letzten Zeit aufgetretener den Patienten sehr beängstigender Mouches volantes vor. Die Functionsprüfung ergiebt:


Fig. 7.

Links und rechts Myopie 4.5 und As 0.5 mit horizontaler Axe. Sehschärfe $^5/_5$—$^5/_4$.

Im aufrechten Bilde gränzt an die aufrecht ovale Papille eine mässig breite Sichel an. Deutliche physiologische Excavation.

Am obern äussern Rande entspringt ein dünnes Gefässchen, das nach Bildung eines Bogens auf der Sichel nach aussen in die Gegend der Macula lutea hinzieht.

Rechts ist ein derartiges Gefäss mit abnormem Ursprung nicht zu erkennen.

6ter Fall. Fig. 8.

A. K., 14 Jahre alt, ist seit seiner Kindheit, während welcher er wiederholt an äusseren Ophthalmieen gelitten hat, etwas amblyopisch.


Fig. 8.

Rechts Myopie 1.5 S = $^5/_{12}$ — $^5/_9$.
Links Myopie 0.5 S = $^5/_{18}$.

Beiderseits Hornhautflecke, die auf eine früher vorhandene Keratitis fascicularis deuten.

Beiderseits starker unregelmässiger As. Der Augenhintergrund ist beiderseits sehr pigmentarm. An der Papille finden sich nach aussen unten mässig breite Sicheln.

Auf dem linken Auge finden sich genau am Sichelrande auftretend 2 feine Gefässe, die beide nach Bildung eines Bogens auf der Sichel in die Gegend der Macula lutea hinziehen.

Rechts ist eine derartige Anomalie nicht zu constatiren.

7ter Fall. Fig. 9.

Patient Friedrich H., 11 Jahre alt, leidet an Accommoda-

tionsparese. Die Ursache derselben ist eine sehr eigenthümliche und verdient als bisher, soviel mir bekannt, nicht beobachtet, notirt zu werden. Die Unfähigkeit, in der Nähe zu sehen, war nämlich nach wiederholter starker Epistaxis aufgetreten. Die Refraction beider Augen ist hyperopisch. Links Hm 2. Rechts Hm 3. Auf dem rechten Auge entspringt unmittelbar am äusseren doppeltcontourirten Papillenrande ein deutlich als Arterie erkennbares Gefäss, das nach kurzem hackenförmigem Verlaufe auf der Papille nach oben aussen in den oberhalb der Macula lutea gelegenen Netzhautbezirk hinzieht und sich daselbst in feine Zweige auflöst. An der Ursprungsstelle der Arterie giebt dieselbe ein feines kaum sichtbares direct gegen die Macula lutea ziehendes Zweigchen ab.



Fig. 9.

Auf dem linken Auge finden sich derartige Anomalieen in Beziehung auf den Gefässursprung nicht.

Eine vergleichende Betrachtung der von Nettleship und der oben mitgetheilten Fälle ergiebt in Uebereinstimmung mit dem Genannten, dass es sich um eine nur wenig bekannte, bisher für sehr selten gehaltene Anomalie in dem Ursprunge von Retinalgefässen handelt.

Diese Retinalgefässe, sowohl Arterien als Venen, von verschiedener meist geringer Grösse, nehmen ihren Ursprung an dem temporalen Rande der Papille oder in dessen nächster Nähe. Sie bilden fast alle, unmittelbar nachdem sie in dem Augenhintergrunde sichtbar geworden sind, einen gegen das Centrum der Papille hin convexen Bogen, und nehmen dann ihren Verlauf in die der Macula lutea benachbarten, gewöhnlich grösserer Gefässe entbehrenden Netzhautbezirke in einer von der Horizontalen nur wenig abweichenden Richtung. Diese Retinalgefässe stehen augenscheinlich in keiner bestimmten Beziehung zu den Centralgefässen, zu einer etwaigen auffallenden indivi-

duellen Abweichung in der Anordnung derselben, ebenso wenig aber auch zu Veränderungen der von ihnen versorgten Netzhautbezirke. Die Art des Verlaufes und der Verzweigung derselben bietet keine Abweichung von dem entsprechenden Verhalten anderer Netzhautgefässe, mit welch' letzteren auch keine Anastomosenbildung nachweisbar ist.

Auffallend ist, dass diese Gefässe mit dem ungewöhnlichen Ursprunge, bisher viel häufiger (in $^2/_3$ der Fälle) in myopischen Augen mit grösserer oder kleinerer Sichelbildung beobachtet wurden. Es darf hier angeführt werden, dass gerade Augen mit Sichelbildung viel günstigere Verhältnisse zur Constatirung einer solchen Anomalie darbieten. Denn abgesehen davon, dass die betreffenden Theile des Augenhintergrundes in myopischen Augen ganz besonders Gegenstand einer genauen Untersuchung sind, ist der Umstand nicht ausser Auge zu lassen, dass feinere Gefässe auf dem hellen Grunde der in der Sichel zu Tage tretenden Sclera viel deutlicher sich abheben und leichter gesehen werden können, als in einem der Papille anliegenden normalen Hintergrunde.

Die Entscheidung, ob diese Gefässe vor der Endtheilung der Centralgefässe von diesen abgehende Zweige oder ob sie Abkömmlinge von Chorioideal- oder hinteren Ciliar-Gefässen sind, wird uns mit Hilfe des vorliegenden Materials nicht schwierig werden.

In erster Linie sind die beiden Sectionsbefunde von H. Müller und Nettleship von entscheidender Bedeutung. Sie beweisen das Vorkommen von Retinalgefässen, die nicht aus den Centralgefässen stammen, auch nicht zu der Categorie der nach Donders getrennt von den Centralgefässen im Sehnervenstamme verlaufenden Gefässe gehören, sondern wohl unzweifelhaft als Zweige von hinteren Ciliargefässen anzusehen sind, die nach Perforation der Sclera in der Gegend zwischen dem hinteren Pole und der Eintrittsstelle des Sehnerven ihren Eintritt in das Innere des Bulbus resp. die Retina am Rande des Foramen Chorioideae gewinnen. Sodann sind von besonderem Werthe diejenigen Fälle, in denen die Gefässe in der Sichel selbst und nicht an deren Rande auftreten, in denen also

mit Sicherheit die Perforationsstelle in der Sclera zu sehen ist, so z. B. in Fig. 1. 2 u. 4. Schon aus diesen Fällen allein könnten wir schliessen, dass die cilioretinalen Gefässe Abkömmlinge der ausserhalb des Auges liegenden hinteren Ciliargefässe sind, die an der betreffenden Stelle die Sclera durchbohren; aber es geht daraus auch hervor, dass die betreffenden Gefässe in keiner Beziehung zu den Chorioidealgefässen stehen.

In den übrigen zahlreicheren Fällen, in denen die Perforationsstelle der Sclera nicht zu sehen ist, nehmen die Gefässe scheinbar ihren Ursprung am Rande der Chorioidea und zwar bei normaler Umgebung der Papille d. h. bei mangelnder Sichel am Rande der Papille, im andern Falle am Sichelrande selbst, woraus hervorgeht, dass die Gefässe, um in die Retina zu gelangen, die normale Chorioidea nicht durchbohren, sondern immer um den Rand derselben herumziehen. Die Stelle der Perforation selbst ist hier nicht zu bestimmen, sie kann näher oder entfernter von der Papille sich befinden. In diesen genannten Fällen wird in späteren Zeiten, wenn die Augen myopisch geworden und Sichelbildung eingetreten, oder eine schon vorhandene Sichel breiter geworden, die Perforationsstelle noch sichtbar werden, und umgekehrt ist in den Fällen, wo die Stelle des Durchtritts des Gefässes durch die Sclera deutlich zu erkennen ist, das Gefäss im früheren Zustande entweder am Rande der früher schmäleren Sichel, oder sogar am Rande der Papille zu einer Zeit, wo keine Sichelbildung vorhanden war, aufgetreten.

Der meist bogenförmige Verlauf des Anfangsstückes der Gefässe auf der Papille ist der Ausdruck dafür, dass dieselben nach der Perforation der Sclera noch eine kurze Strecke lang die bisherige Richtung beibehalten, ehe sie nach Aenderung derselben in den von ihnen versorgten Netzhautbezirk ziehen. Liegt das bogenförmige Anfangsstück in der Sichel selbst, so deutet dies den früheren Verlauf, resp. die frühere Umbiegungsstelle am Chorioidealrande an.

Was die Häufigkeit des Vorkommens dieser cilioretinalen Blutgefässe betrifft, so spricht für dieselbe die relativ grosse Anzahl der mitgetheilten Fälle, in denen die Gefässe von grös-

serer Ausdehnung und dadurch auch leichter bemerkbar waren. Jedem aufmerksamen Beobachter werden in kurzer Zeit eine Reihe solcher cilioretinaler Gefässe aufstossen [1]).

Die Vermuthung ist gerechtfertigt, dass diese Gefässe, wenn auch nicht ophthalmoskopisch, so doch anatomisch nachweisbar in viel grösserer Häufigkeit vorkommen, und es ist die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass das Vorkommen solcher, wenn auch nur sehr feiner Gefässe, ein ganz gewöhnliches, vielleicht normales ist. Uebrigens sind, um sowohl hiefür bestimmte Anhaltspunkte zu gewinnen, als auch mit Rücksicht auf eine weitergehende Verwerthung in klinischer Richtung bei der Wichtigkeit der von den cilioretinalen Gefässen versorgten Bezirke, z. B. in Fällen von Embolie der Centralarterie, wie dies schon Nettleship andeutet, und vielleicht bei Circulationsstörungen überhaupt, weitere Beobachtungen und besonders anatomische Untersuchungen abzuwarten.

Jedenfalls aber erfährt die Ansicht von der fast ausschliesslichen Ernährung der Retina durch das Centralgefässsystem wenigstens für die mitgetheilten Fälle eine wesentliche Modification.

---

1) Seit dem Abschlusse vorliegender Mittheilung habe ich wieder eine Reihe weiterer Fälle (mehr als 10) von cilioretinalen Gefässen beobachtet.

Primäres partiell melanotisches endotheliales Sarcom des Ciliarkörpers.

Von

Dr. **Schleich,**

Assistenzarzt der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen.

(Mit einer lithographirten Tafel und einem Holzschnitt.)

Bei der grossen Seltenheit von Neubildungen irgend welcher Art, die sich in der vorderen Kammer finden, und ihren Ausgangspunkt von der Iris oder dem Ciliarkörper genommen haben, dürfte die Mittheilung des folgenden nach verschiedenen Richtungen hin interessanten, genau untersuchten Falles von Sarcom des Corpus ciliare ein willkommener Beitrag zur Casuistik der intraocularen Neubildungen sein.

Die übrigens gesunde, ihrem Alter entsprechend entwickelte, 18 Jahre alte Christine M. stellte sich wegen rascher und bedeutender Abnahme des Sehvermögens auf dem linken Auge in der Tübinger Klinik vor. Patientin hatte bis vor anderthalb Jahren gut gesehen und früher nie an den Augen gelitten. Damals nahm das Sehvermögen ziemlich rasch ab, ohne irgend welche der Patientin bekannte Ursache. Weder hatte ein Trauma stattgefunden, noch waren Schmerzen oder Entzündung vorausgegangen. Die Amblyopie nahm rasch zu, und fiel es der Patientin besonders in der letzten Zeit auf, dass sie bei Nacht unverhältnissmässig besser als bei Tage sah.

Die Untersuchung bei der Aufnahme ergab Folgendes:

Während das rechte Auge durchaus normale Verhältnisse (S = $^5/_5$ — $^5/_4$ Hm. 1, Jäger Nro. 1 auf 10 Cm.) zeigt, besteht links hochgradige Amblyopie. (S = $^5/_{60}$, keine wesentliche Ametropie; in der Nähe nur Jäger 16, Convexgläser bessern nicht.)

Der linke Bulbus zeigt keine Injection; Druck leicht gesteigert; die Cornea ist klar und von normaler Wölbung.

Durch Vordrängung besonders der nach innen hin liegenden Partie der Iris an die Hinterfläche der Cornea fehlt die vordere Kammer fast ganz; nach aussen hin ist von derselben nur noch ein wenig tiefer Rest vorhanden, indem auch hier die Iris etwas nach vorne dislocirt ist. Die Pupille ist im Ganzen halbmondförmig; der innere Rand mehr senkrecht, der äussere rundlich und nur der dem letzteren entsprechende Abschnitt ist etwas beweglich. Die Iris zeigt hier normale Farbe, ihr Gewebe normale Zeichnung und Structur. Dagegen hat die nach innen liegende Partie der Iris ein verändertes Aussehen; sie erscheint von hinten her an die Cornea angedrückt, so dass von ihrer wellig faserigen Oberfläche in diesem Bezirke nichts mehr zu sehen ist. Die dieser durch sehr ausgesprochene Veränderungen sich auszeichnenden Partie der Iris anliegenden Theile derselben zeigen allmähliche Uebergänge zu dem normalen Verhalten der äusseren Hälfte.

Gegen den nasalen Corneoscleralrand hin hört das Gewebe der Iris nur wenig von demselben entfernt mit einem scharfen nach aussen convexen Contour auf, indem sich hier eine umschriebene Ablösung der Iris von ihrem Ciliaransatze findet. An dieser Stelle sowohl wie in der Pupille sieht man eine augenscheinlich zusammenhängende Geschwulstmasse, welche innerhalb der Iridodialyse der Hinterfläche der Cornea anliegt, sie aber in der Pupille nicht berührt, sondern steil nach hinten und aussen abfällt, so dass daselbst eine, wenn auch nur geringe Beweglichkeit des äussern Pupillarrandes gestattet ist. Bei focaler Beleuchtung und dem Versuch einer ophthalmoskopischen Untersuchung, überhaupt bei Lichteinfall, contrahirt sich der äussere Pupillarrand, und liegt der beschriebenen Masse an, so dass man nun weder die äussere Grenze der letzteren noch etwas von den tieferen Theilen des Auges zu sehen bekommt.

Auf Atropin erweitert sich die Pupille mit ihrem nach aussen gelegenen Rande, und es ergiebt sich eine bedeutende Besserung des Sehvermögens bis auf $^{5}/_{18}$ und Jäger Nro. 4 mit + 5. Durch die mondsichelförmige schwarze Pupille, deren

nnerer Rand von der beschriebenen Geschwulstmasse, deren äusserer durch den retrahirten Sphincterrand der Iris gebildet wird, lässt sich der Augenhintergrund mit Ausnahme der nach innen hin liegenden Theile desselben untersuchen. Nirgends finden sich in demselben Anomalieen. Die Linse, sowie die übrigen Medien sind klar und durchsichtig. Augenscheinlich liegt die in der vorderen Kammer befindliche Masse der vorderen Linsenoberfläche an.

Klinische Diagnose: Intraocularer Tumor, ausgehend entweder von der Iris, oder, was wegen der Iridodialyse wahrscheinlicher ist, vom vorderen Theile des Ciliarkörpers.

Bei dem relativ guten Sehvermögen scheint in Uebereinstimmung mit dem Ergebnisse der ophthalmoskopischen Untersuchung eine Erkrankung der hinteren Theile des Bulbus ausgeschlossen. Bei dem seltenen Vorkommen von Neubildungen in den vorderen Abschnitten des Uvealtractus fehlen Anhaltspunkte für die speciellere Diagnose; die Annahme einer bösartigen sarkomatösen Neubildung scheint bei dem raschen Wachsthume der Geschwulst die meiste Berechtigung zu haben. Mit Rücksicht darauf wurde trotz der noch sehr guten Function des Auges als einzig in Betracht kommende Therapie die Enucleation vorgeschlagen und ausgeführt.

Nach fünf Monaten erschien die Patientin mit einem gut geheilten Stumpfe wieder zur Prothesis ocularis und befindet sich dieselbe zur Zeit, anderthalb Jahre nach der Operation, gut.

Die sofort nach der Enucleation vorgenommene Messung der Axenlänge des Bulbus ergab eine Entfernung von 23.8 Mm. vom Cornealscheitel bis zum hinteren Pole.

Einige Monate nach der Operation wurde der in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrte Bulbus eröffnet und durch einen Meridionalschnitt, dessen Ebene mit der Senkrechten einen Winkel von 45° machte halbirt.

Die an der Schnittfläche genommenen Masse sind folgende:
Sagittalaxe bis zur Retina 22.2 Mm.
Dicke der Sclera am hinteren Pole 1.6 Mm.
Abstand der Fovea vom Centrum der Papille 3.5 Mm.
Abstand des hinteren Linsenpoles vom Cornealscheitel 9.5 Mm.

Grösste Dicke des die vordere Kammer fast ganz ausfüllenden Tumors 3.8 Mm.

Grösste Breite desselben 7.6 Mm.

Die topographischen Verhältnisse dieser Schnittfläche sind in 5facher Vergrösserung in Fig. 1, Tafel II dargestellt. Während ausser den durch den Tumor bedingten Anomalieen an der Iris und der durch denselben verursachten Dislocation resp. partiellen Luxation der Linse nach hinten, die am stärksten ausgesprochen an dem medianwärts gelegenen Linsenrande sich findet, an den Theilen des hinteren Bulbusabschnittes, Retina, Chorioidea, Sehnerv, Glaskörper nur normale Verhältnisse sich constatiren lassen, zeigt sich an einer circumscripten Stelle des Ciliarkörpers, die genau dem nach innen liegenden Theile desselben entspricht, eine halberbsengrosse Erhabenheit, die mit ihrer rundlichen nicht höckerigen Oberfläche in den Glaskörperraum nach hinten hineinragt.

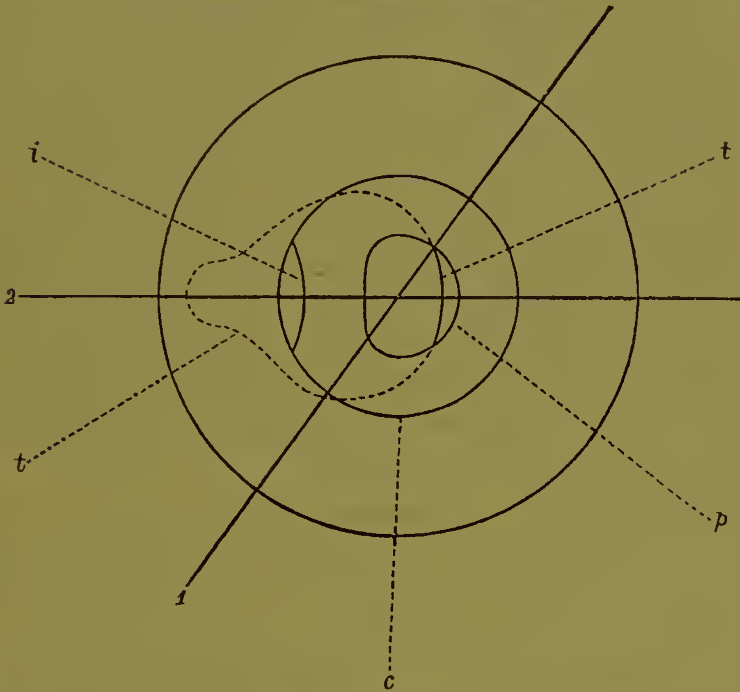
Diese Erhabenheit hat eine Ausdehnung der Breite nach von 3—4 Mm. und reicht nach hinten etwa 2 Mm. über die Processus ciliares hinaus. Durch die höchste Partie dieser Vorwölbung wird ein genau dem horizontalen Meridiane entsprechender Schnitt gelegt. Der Schnitt zeigt, dass die in den Glaskörperraum hineinragende Erhabenheit ein Theil des Tumors ist, dessen vorderer grösserer Abschnitt sich in der vorderen Kammer befindet und durch den ersten Schnitt allein getroffen wurde.

Figur 2 Tafel II veranschaulicht die topographischen Verhältnisse dieser zweiten Schnittfläche. Die genommenen Masse stimmen mit den oben angegebenen überein mit Ausnahme des grössten Durchmessers der Geschwulst, der hier 11 Mm. beträgt.

Die Grösse und Ausdehnung des Tumors, sein Verhalten zur Iris sind in zweifacher linearer Vergrösserung in der beistehenden schematischen Figur dargestellt, in welcher auch die Richtung der beiden Schnitte angegeben ist, deren Flächen in den Skizzen 1 und 2 wiedergegeben sind. Die Hauptmasse des Tumors liegt in der vorderen Kammer; er füllt deren medianwärts gelegene Hälfte fast ganz aus und reicht in die äussere Hälfte nur eine kleine Strecke weit hinein.

Gerade nach innen hin erstreckt sich die Geschwulst über die Grenze der vorderen Kammer hinaus und setzt sich mit

Vordere Ansicht des Bulbus.



1 u. 2 Richtung der Schnitte. c Corneoscleralrand.
p Pupillarrand. t Contour des Tumors. I Iridodialyse.

hrem am weitesten nach innen gelegenen Theile über die hin-ere Grenze der Processus ciliares fort bis in die Nähe der)ra serrata. An dieser Stelle ist das Gewebe des Ciliarkörpers ast ganz in der Geschwulstbildung aufgegangen und zwar in iner Breite von c. 3—4 Mm. Makroskopisch finden sich nur leine Reste des Ciliarmuskels daselbst an der Sclera anliegend, hne scharf von der Neubildung abgegrenzt zu sein.

Dieser eben bezeichnete Theil des Tumors ragt frei in den laskörperraum hinein. Durch dieses Verhältniss des Tumors nd durch die Begränzung seines Wachsthums, nach vorne urch die Cornea, nach hinten durch Linse und Zonula, hat erselbe im Allgemeinen die Form einer von vorn nach hinten twas plattgedrückten Birne, deren dickerer Theil in der vor-eren Kammer, deren dünnerer im Ciliarkörper liegt. Die Linse st mit ihrem nach innen liegenden Rande nach hinten ver-

schoben. Ausser dieser Dislocation hat dieselbe aber noch eine Veränderung in ihrer Form erlitten, indem die Vorderfläche der Linse durch den andrängenden Tumor ihre Convexität zum Theil eingebüsst hat, und eine leichte Concavität nach vorne zeigt. Ein Durchschnitt der Linse zeigt ferner (Fig. 2, Tafel II), dass die nach innen liegende Hälfte verglichen mit der äusseren in ihrem Dickendurchmesser von vorn nach hinten abgenommen hat. Während die Kapsel der Linse, mit welcher der Tumor nicht enger verklebt ist, sowohl an der eingedrückten vorderen Fläche als auch im äquatorialen Bezirke keine Anomalieen erkennen lässt, weist die Substanz der Linse selbst, wenn auch nur in geringer Ausdehnung und nur auf die äquatorialen nach innen hin liegenden Randpartieen beschränkt, eine ausgesprochene grauliche Trübung auf. Die gerade nach innen liegende Partie der Zonula ist in Folge der Neubildung im Ciliarkörper stark gedehnt, zum Theil durchbrochen.

Mit seiner nach vorn gekehrten Fläche liegt der Tumor der Cornea unmittelbar nur in dem kleinen Bezirke der oben als Iridodialyse bezeichneten Stelle an. Im Uebrigen liegt er der Hinterfläche der an die Cornea angedrückten Iris an, mit dieser fast überall nur in losem Zusammenhange stehend; eine feine Spalte, oder, an den Stellen, wo diese fehlt, eine makroskopisch fast überall deutlich sichtbare doppelte Pigmentlinie deutet die Grenze zwischen Tumor und Iris an. Die Iris selbst ist besonders in den der Iridodialyse benachbarten Theilen sehr dünn und gewinnt erst mehr gegen den Sphincterrand ihre normale Dicke wieder. An den meisten Stellen lässt sich der Tumor leicht von der Iris abheben, nur an einzelnen Stellen lassen sich die beiden Gewebe nicht glatt und rein von einander trennen, so dass bald Fetzen der Iris am Tumor, bald Theile des letzteren an der abgetrennten Iris hängen bleiben. Gegen die Dialyse hin hört der ciliare Rand der Iris verdünnt und zugeschärft auf.

Im Bezirke der Geschwulst ist der Ciliarkörper sammt den Ciliarfortsätzen ganz in der Neubildung aufgegangen; vom Ciliarmuskel ist nur ein kleiner Theil der Fasern zunächst der Sclera erkennbar. In der Gegend des Schlemm'schen Kanals

liegt die Neubildung daher unmittelbar der normalen Sclera auf, während weiter nach hinten die Reste des Ciliarmuskels die Neubildung von der Sclera trennen. An der Grenze der Neubildung im Ciliarkörper sind die anliegenden Ciliarfortsätze durch den überhängenden Tumor comprimirt.

Der Tumor stellt eine solide derbe Masse mit ziemlich glatter, dunkel braun gefärbter Oberfläche dar. Auf den Schnittflächen zeigen sich an einzelnen Stellen, besonders in den am weitesten nach hinten gelegenen Theilen scheinbar kleinere Hohlräume. Auf hellbräunlichem Grunde sieht man eine grosse Anzahl dunklerer schwärzlicher Streifen und Punkte, unregelmässig verbreitet, zum Theil zu rundlichen Bogen und Kreisen angeordnet. Sowohl diese dunkleren Partieen als auch die kleineren Hohlräume werden nach vorne und gegen den Ciliarmuskel hin sparsamer und verschwinden fast ganz, während sie in dem nach aussen liegenden Theile des Tumors sowohl als in dem hintersten in den Glaskörperraum hineinragenden sehr reichlich und umfangreicher sind und daselbst der Schnittfläche ein eigenthümlich braun und schwarz marmorirtes, zum Theil auch streifiges Ansehen geben. In den peripheren Schichten des Tumors ist das braune Pigment stärker angehäuft, während in der äussersten Grenzschicht sich schwarzes Pigment findet, welches sich nach hinten deutlich in die Pigmentepithelschicht der Retina verfolgen lässt. Nur in der Region der Irisdialyse fehlt diese schwarze Grenzschicht.

Bei der grossen Seltenheit von Geschwulstbildungen des Ciliarkörpers und bei der Wichtigkeit einer genauen histologischen Untersuchung derselben, die für die histogenetische, besonders aber für die prognostische Beurtheilung weiterer zur Beobachtung kommender Fälle von grösster Bedeutung ist, wurde die Geschwulst Herrn Prof. Dr. v. Schüppel zur mikroskopischen Untersuchung übergeben. Unter dessen Anleitung wurde von mir die Neubildung einem genauen Studium unterzogen. Auch Herr Prof. Dr. Nagel, der mir den werthvollen Bulbus zur Verfügung stellte, hatte die Güte, die verschiedenen Präparate durchzusehen.

Herr Prof. v. Schüppel gab die folgende Darstellung

der Resultate der mikroskopischen Untersuchung der Geschwulst, erläutert durch die von ihm angefertigte beigefügte schematische histologische Skizze (Fig. 3, Tafel II).

»Die an sich solide Geschwulstmasse ist ziemlich reichlich »mit blutführenden Gefässen versehen. Der Raum zwischen den »Blutgefässen wird in der Hauptsache von einem fast ausschliess- »lich aus Zellen bestehenden Gewebe ausgefüllt. Der Tumor »ist also ein sehr zellenreicher Tumor, welcher insofern an die- »sem Standorte echte Epithelien nicht vorhanden sind, zur »Gruppe der Sarkome gestellt werden muss. Innerhalb der »Zellenmassen aber kommen, (besonders häufig in den vom Aus- »gangspunkte der Geschwulst, vom Ciliarkörper, entfernteren »Partieen) in ziemlich regelmässigen Abständen von den Blut- »gefässen eigenthümliche Lücken oder Räume vor, welche durch »blosses Auseinanderweichen der Geschwulstzellen entstanden zu »sein scheinen und keine selbstständige Wandung besitzen. Diese »Lücken sind durch blasen- oder vacuolenähnliche, mit ihrer »Convexität nach der Lücke vorspringende Gebilde einge- »säumt und ausgefüllt von einer absolut homogenen, glasartig »glänzenden Substanz, einer Art fester Gallerte, welche mit »nichts Anderem als mit sogenannten Lymphthromben zu ver- »gleichen wäre. Demnach sehen wir in Präparaten aus den »genannten Partieen eine solide Zellenmasse, welche durch Ge- »fässquerschnitte und durch mit geronnener Lymphe ausgefüllte »Lücken alternirend unterbrochen ist. Die Summe der Gefäss- »querschnitte ist etwas kleiner als die Summe der Querschnitte »sämmtlicher Lymphräume, und die zellige Geschwulstsubstanz »wird durch diese beiden Sorten von Hohlräumen gleichsam in »ein System kurzer und ebenso breiter Zellenbalken aufgelöst, »welche netzartig untereinander verbunden sind.

»Die Blutgefässe des Tumors sind sehr zartwandig, ihre »Wandung auffallend arm an Kernen. Nach dem Aussehen »ihrer Wände würde man die Blutgefässe für Capillaren er- »klären, wenn ihr Durchmesser nicht mindestens 0.03 Mm. be- »trüge und sehr oft bis 0.06 Mm. und darüber anstiege. Der »lange Durchmesser der meist etwas oval gestalteten Lymph- »lücken übersteigt vielfach das Mass von 0.1 Mm. Die Breite

»der Zellenbalken zwischen jenem doppelten Systeme von Hohl-»räumen schwankt ungefähr von 0.04—0.08—0.1 Mm. und dar-»über.

»Was die Zellen des Tumors anbetrifft, so müssen deren »zwei oder gar drei differente Arten unterschieden werden. Die »Mehrzahl der Zellen ist pigmentlos, äusserst zart, vieleckig, »ihre Zellsubstanz ist fast völlig homogen, fast glasig glänzend, »fast ohne jede körnige Einlagerung. Der Kern ist stets ein-»fach, rund oder schwach oval von demselben homogenen Aus-»sehen, demselben Glanze und derselben Brechbarkeit wie die »Zellsubstanz selbst, mit einem glänzenden stark hervortretenden »Nucleolus. Die Kerne sind relativ zum Umfange der Zelle »gross, berühren die Randschicht der Zelle an mehreren Punkten. »Die fraglichen Zellen scheinen die grösste Aehnlichkeit mit »Zellen zu besitzen, wie sie sich z. B. auf der Descemet'schen »Membran finden. Nur um die Blutgefässe herum sind diese »Zellen regelmässig, epithelartig geordnet, in der Umgebung »der Lymphräume scheinen sie eine Art Verquellung zu erleiden.

»Diejenigen Zellen, welche weder unmittelbar an eine Ge-»fässwand noch an einen Lymphthrombus anstossen, sind von »unregelmässig vieleckiger Gestalt, und accommodiren sich in »ihren Umrissen der Form ihrer Nachbarzellen.

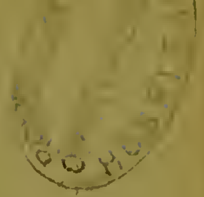
»Eine andere Art von Zellen sind die grossen runden Pig-»mentzellen: die gleichen Gebilde, wie sie sich dem Uveal-»tractus dunkler pigmentirter Augen finden. Die betreffenden »Zellen sind mit gröberen dunkelbraunen Farbstoffkörnchen gänz-»lich angefüllt, ihr Kern ist nicht immer und nur schwer sichtbar. »Die Pigmentzellen kommen theils vereinzelt, theils zu mehreren »nebeneinander oder selbst in kleinen Haufen vor. Was ihre »Lage betrifft, so treten sie vereinzelt oder zu mehreren mitten »in den Zellenbalken zwischen den vorher beschriebenen farb-»losen Zellen auf, theils helfen sie die Lymphräume abgrenzen, »theils endlich kommen sie wiederum vereinzelt oder zu kleinen »Gruppen vereinigt, mitten in den Lymphthromben selbst ein-»geschlossen vor.

»Eine dritte Art von Zellen, kleinere geschwänzte und ver-»ästigte, zum Theil auch sternförmige Gebilde, welche mit klei-

»neren und blässeren Pigmentkörnchen ausgefüllt sind und am »meisten den pigmentführenden Bindegewebszellen der Lamina »fusca ähneln, kommen vereinzelt zwischen den beiden anderen »Zellenarten vor und bilden ein untergeordnetes Element der »Geschwulst.

»In Bezug auf die Dignität und Genese der einzelnen Ge- »schwulstelemente soll zunächst darauf hingewiesen sein, dass »die mit Lymphthromben und Pigmentzellen erfüllten Lücken »innerhalb der Zellenbalken der Neubildung als das Produkt »eines regressiven Processes anzusehen sein möchten: die als »Lymphthromben bezeichneten homogenen Massen scheinen näm- »lich entstanden zu sein durch eigenthümliche Verquellung oder »hyaline Degeneration der von den Blutgefässen je am weitesten ab »liegenden Geschwulstzellen. Die Mittel- und Uebergangsformen »zwisehen den ursprünglichen Zellen und dem späteren Degene- »rationsprodukte liegen in Gestalt hyaliner (glasiger) Gebilde um »die Lymphlücken herum und säumen diese ein. Aber nur die »pigmentfreien Zellen erleiden eventuell diese Metamorphose, »die pigmentführenden Zellen dagegen, als resistentere »Elemente, bleiben davon verschont, und so kommt es, dass »wir die dunkeln Pigmentzellen unverändert, sowohl in den »Lymphthromben eingeschlossen, als auch am Rande derselben »liegend und sie begrenzend antreffen. Darnach würde die Ge- »schwulst ursprünglich nur aus Blutgefässen und dazwischen »gelagerten völlig soliden und breiten Zellenbalken bestan- »den haben. In der That stossen wir auch auf diesen Bau, »indem sich die auf Degeneration beruhenden Lymphlücken ganz »allmählich verlieren, je mehr wir uns dem Ausgangspunkte der »Geschwulst, der Gegend der vordersten Partie des Ciliarkörpers, »annähern.

»Im Uebrigen wäre noch betreffs der Geschwulstgenese zu »erinnern, dass die Blutgefässe des Tumors in direktem Zu- »sammenhange mit denen des Ciliarkörpers stehen, dass die er- »steren deutlich als Abkömmlinge und Zweige der feineren und »dickeren Ciliarkörpergefässe nachzuweisen sind; sodann dass »die grossen runden Pigmentzellen identisch mit, resp. Abkömm- »linge der grossen runden braunen Pigmentzellen dunkel pig-



»mentirter Augen sind. Was die pigmentfreien Geschwulstzellen, »den Hauptbestandtheil der Geschwulst anbelangt, so soll nur noch »einmal auf die grosse Aehnlichkeit derselben mit Endothelzellen »hingewiesen werden, wie sich dieselben auf der Descemet'schen »Membran finden. Bindegewebige fasrige Bestandtheile entbehrt »der Tumor fast gänzlich. Nur in der Umgebung der gröberen »Blutgefässe kommen äusserst geringe Mengen von Bindege- »webe vor.«

Weiter ist noch zu bemerken, dass keine scharfe Grenze zwischen Tumor und Ciliarmuskel besteht. Die Zellenbildung wuchert deutlich zwischen die einzelnen Muskelfaserbündel hinein, und bleiben nur die der Sclera zunächst liegenden Partieen des Muskels davon frei. Auch noch eine ganz kurze Strecke weit nach hinten in den Anfang der Chorioidea lassen sich die specifischen Geschwulstzellen, farblose und pigmentirte, verfolgen, verlieren sich aber bald ohne scharfe Grenze.

Die mikroskopische Untersuchung der dem Tumor anliegenden Organe ergab Folgendes: Cornea und Sclera sind vollständig intact erfunden. Die Beziehungen des Tumors zu der Iris sind schon oben eingehend beschrieben, nur soviel sei hier noch nachgetragen, dass nur an wenig Stellen eine deutliche Grenze zwischen Tumor und Iris nicht nachzuweisen ist. An diesen Stellen grenzen die Zellen des Tumors unmittelbar an das Parenchym der Iris an, von derselben nicht, wie sonst überall, durch die Pigmentschicht derselben getrennt.

Diese Stellen entsprechen einem eben beginnenden Uebergreifen der Neubildung auf das Irisgewebe. Am Sphincterrande setzt sich die Pigmentschicht der Iris ohne scharfe Grenze auf die oberflächliche Schicht der Neubildung fort. An dem Rande der Dialyse und der Nachbarschaft ist das Irisgewebe verdünnt, comprimirt und hört daselbst plötzlich mit zugeschärftem Rande auf. Die mikroskopische Untersuchung der Linse und Kapsel ergibt nur in den nach innen gelegenen Randpartieen dieses Organs Veränderungen. Während die Kapsel überall normale Verhältnisse zeigt, finden sich in der genannten beschränkten Partie der Linse folgende deutlich ausgeprägte Anomalieen.

Das Kapselepithel zeigt in beschränkter Ausdehnung deut-

liche körnige Trübung, einzelne Zellen sind etwas vergrössert, leicht gequollen. An diese anschliessend finden sich eigenthümliche grosse, blasige Bildungen der verschiedensten Form, bald rundliche kuglige Zellen mit deutlichem Contour und excentrisch liegendem Kern, bald grosse spindelförmige Gebilde mit deutlicher Wandung und ebenfalls wohl unterscheidbarem Kern. Neben normalen Linsenfasern in spärlicher Anzahl finden sich solche mit deutlicher moleculärer Trübung, stark verbreitert und gequollen mit verschiedenen Einkerbungen. Einzelne derselben sind augenscheinlich in einer Art fettigen Zerfalls begriffen, besonders an den Stellen, wo an das mehr weniger leicht veränderte Epithel sich kleinere oder grössere Hohlräume anschliessen, und sich solche im benachbarten Linsenparenchym finden. Wo dieser Degenerationsprocess am weitesten fortgeschritten ist, sieht man das fetttropfenähnliche Produkt derselben in der mannigfaltigsten Form. Die Zonula Zinnii ist im Zustande starker Dehnung und sind die Reste derselben an der Oberfläche des Tumors wohl nachzuweisen.

Als Ausgangspunkt der Neubildung muss die vorderste Partie des Ciliarkörpers in der Nähe des Iriswinkels in Anspruch genommen werden. Diese Annahme allein erklärt sowohl die Art des Wachsthums der Geschwulst nach vorne in die vordere Kammer und nach hinten in den Glaskörperraum, als auch die vorhandenen Beziehungen zu den Nachbarorganen; andererseits erlaubt sie uns auch die Neubildung selbst aus Abkömmlingen von unter normalen Verhältnissen an dieser Stelle sich findenden Elementen abzuleiten.

Nach den neueren anatomischen Untersuchungen [1]) setzt sich das Endothel der vorderen Kammer von der Descemet'schen Haut das Balkengewebe des Iriswinkels überall auskleidend, in die Saftlücken der Nachbargewebe continuirlich hinein fort. Durch enorme Vermehrung und Wucherung dieser Endothelzellen wird der Hauptbestandtheil der Geschwulst

1) Waldeyer in Gräfe-Sämisch's Handbuch Bd. I. Th. 1. p. 230.

die Masse der farblosen Zellen gebildet, die einzeln für sich betrachtet identisch mit den genannten Endothelzellen sind. Die pigmenthaltigen Zellen sind erst in den späteren Stadien des Geschwulstwachsthums hinzugekommen. Dass die eigenthümlichen in den vom Ausgangspunkte entfernteren Theilen der Geschwulst reichlich sich findenden, sogenannten Lymphthromben als Produkt einer regressiven Metamorphose anzusehen sind, ist schon oben besprochen.

Nach dieser Auffassung müssen wir die Geschwulst als ein *partiell melanotisches endotheliales Sarkom* bezeichnen.

Mit Rücksicht auf den objectiven Befund dürfte die folgende Darstellung der Entwickelung und des Wachsthums der Geschwulst berechtigt sein.

Die in der Nähe des Iriswinkels im Ciliarkörper entstehende Neubildung wucherte zuerst in die benachbarten Theile des Ciliarkörpers hinein, das Volumen des vordersten Theiles desselben vergrössernd und zunächst die sog. hintere Augenkammer ausfüllend. Der weiteren Ausbreitung in der Richtung der vorderen Kammer stand kein Hinderniss im Wege. Nachdem der Theil des Ciliarkörpers, der mit der Iris zusammenhängt, selbst ganz von der Neubildung ergriffen, und ein Stillstand in dem Wachsthume nach vorne nicht eintrat, wurde die Iris, deren Hinterfläche die Neubildung zum Theil schon anlag, zugleich mit der weiteren Vergrösserung der Geschwulst nach vorwärts geschoben, an die Cornea angedrückt und die Dialyse des Ciliarrandes bewirkt. Die Pigmentschicht der Iris hat einem frühzeitigen Uebergreifen der Neubildung auf das Irisgewebe entgegengestanden. Die Volumzunahme bedingte sodann die Dislocation des innern Randes der Linse nach hinten, so dass die Neubildung nun auch in dieser Richtung sich ausbreiten konnte.

Werfen wir anschliessend an den vorstehend beschriebenen Fall noch einen kurzen Blick auf ähnliche in der Litteratur mitgetheilte Fälle.

So häufig intraoculare Neubildungen von den hinteren Theilen des Uvealtractus ausgehen, so selten treffen wir solche mit primärem Ausgangspunkte von dessen vorderen Theilen, von Iris und Corpus ciliare. Insbesondere ist die Anzahl genauer beschriebener primärer Tumoren des Ciliarkörpers eine ausserordentlich kleine.

v. Gräfe[1]) theilt zwei Fälle von primären Ciliarkörpertumoren mit, von denen der eine als ein feinzelliges Spindelzellensarkom, der andere als Sarcoma carcinomatodes melanodes bei der Untersuchung (Virchow) sich erwies.

Pagenstecher und Genth bilden in ihrem Atlas [2]) ein Rundzellensarkom mit spärlicher Pigmentirung und ein ebensolches nicht pigmentirtes mit primärem Ausgangspunkte vom Ciliarkörper ab.

Ein merkwürdiger Fall von gleichzeitiger primärer Sarcomatose der Iris und primärer Melanose des Ciliarkörpers wurde von Schiess [3]) beschrieben. Von demselben Autor [4]) ist ein weiterer Fall von kleinzelligem Rundzellensarkom (Sarcoma corporis ciliaris perforans) mitgetheilt.

v. Wecker [5]) beschreibt den einzigen bekannten, von Iwanoff untersuchten Fall von Myosarcom des Ciliarkörpers.

In einem von Michel [6]) beschriebenen Falle, dessen klinische Erscheinungen viel Aehnlichkeit mit dem unsrigen darboten und zur Diagnose eines melanotischen Sarkoms der Iris mit der Möglichkeit einer gleichzeitigen oder secundären Betheiligung des Ciliarkörpers veranlassten, ergab die anatomische Untersuchung eine von der Pars ciliaris retinae ausgehende Geschwulstbildung.

Einen dem unsrigen sehr ähnlichen Fall hat neuerdings

---

1) Archiv für Ophthalm. Bd. XII. 2. p. 233.
2) Atlas der pathologischen Anatomie des Augapfels Tafel XX. Fig. 1 u. 2.
3) Virchow's Archiv Bd. 69. p. 100.
4) Kranke Augen von Schiess T. XVII.
5) Gräfe-Sämisch's Handbuch Bd. IV. 1 Th. p. 648.
6) Archiv für Ophthalm. Bd. XXIV. Abth. I. p. 140.

J. C. Adams [1]) beobachtet. Derselbe ist als ein vom Iriswinkel ausgehendes Rundzellensarkom bezeichnet. Ohne Zusammenhang mit der primären Geschwulstbildung fanden sich secundäre Geschwulstknoten im Ciliarkörper. Die Neubildung fand sich bei einem 13jährigen Mädchen.

Bemerkenswerth ist, dass in Uebereinstimmung mit unserem Falle der Ausgangspunkt der aufgeführten Fälle primärer Neubildungen im Ciliarkörper selbst mit mehr oder weniger Sicherheit in die vordersten Abschnitte des Ciliarkörpers in die Nähe des Iriswinkels zu verlegen ist.

Andererseits ist hervorzuheben, dass keine der genannten Neubildungen in ihrem Bau der eigenthümlichen Geschwulstbildung in unserem Falle gleicht, und dass überhaupt eine derartige Geschwulstbildung auch in den übrigen Organen des Körpers nicht beobachtet worden ist.

Mit Rücksicht auf die einzuschlagende Behandlung wäre es wichtig, bestimmte Anhaltspunkte zu gewinnen für die Diagnose von Ciliarkörpertumoren, die in die vordere Kammer hereinwachsen, speciell aber für die Differentialdiagnose zwischen Iris- und Ciliarkörper-Tumoren, besonders seit einige Fälle von erfolgreicher Exstirpation von Irissarcomen bekannt geworden sind [2]).

An eine erfolgreiche Exstirpation von Ciliarkörpergeschwülsten wird nicht zu denken sein; nur die möglichst frühzeitige Enucleation kann als einziges Heilmittel in Betracht kommen.

Sowohl bei Ciliarkörper- als bei Iris-Tumoren ist gegenüber von Neubildungen, die von den weiter hinten gelegenen Theilen des Uvealtractus ausgehen, die Function des Auges relativ lange und gut erhalten.

Die meisten reinen Irisgeschwülste lassen wenigstens in den früheren Stadien die ciliare Partie der Iris frei, sie entspringen mit Vorliebe in der Mitte der Iris oder mehr gegen

---

1) Lancet 1879. vol. I. Nro. XV. 12. April.

2) Archiv für Augen- u. Ohrenheilkunde etc. Bd. V. 1. p. 177. Bd. VIII. p. 241.

den Sphincterrand hin. Die Geschwulstoberfläche tritt an Stelle des Irisgewebes frei zu Tage.

Demgegenüber greifen die in die vordere Kammer hereinwachsenden Ciliarkörpertumoren erst spät auf die Iris über, bedingen die ersten Veränderungen am Ciliaransatze derselben (Iridodialyse) und lassen vorerst, die Iris nur aus ihrer normalen Lage verdrängend, das Gewebe derselben unverändert, speciell bleibt auch noch in den späteren Stadien die Sphincterpartie frei. Die Geschwulst ist in Folge dessen von dem mehr oder weniger intacten Irisgewebe bedeckt und tritt mit ihrer freien Oberfläche nur in der Pupille oder einer etwa vorhandenen Iridodialyse zu Tage.

Ueber das Eserin als Heilmittel gegen Glaukom.

Von

Emil Schlegel.

Seit A. von Graefe's unsterblicher Entdeckung der Heilwirkung der Iridektomie gegen Glaukom ist die Behandlung dieser Krankheit eine fast ausschliesslich operative geblieben, bis vor 3 Jahren Laqueur die wichtige Entdeckung der druckmindernden Wirkung der Calabarpräparate machte. Nachdem Laqueur seine Resultate in Form einer kurzen vorläufigen Mittheilung publicirt hatte, wurden seine Versuche die glaukomatösen Erkrankungsformen mit Calabar, insbesondere dem wirksamen Stoffe des Calabarextracts, zu behandeln, von verschiedenen Seiten mit mehr oder minder günstigem Erfolge aufgenommen. Die darauf bezüglichen Berichte sind meistens in kurzen Mittheilungen enthalten. Ausser Laqueur's Arbeiten [1]) sind zu nennen die von Lucius, Fabricius, Horner, Jany, Schweigger, Schmidt-Rimpler, Cohn, Knapp. Im Folgenden sollen die in diesen Arbeiten mitgetheilten Ergebnisse einer Musterung unterzogen und sodann die Resultate angeschlossen werden, welche die Eserinbehandlung des Glaukoms in der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen bisher geliefert hat. Das Material zu diesen Mittheilungen ist mir von dem Vorstande der Klinik, Herr Professor Nagel, zur Verfügung gestellt worden.

---

1) »Ueber eine neue therapeutische Verwendung des Physostigmin«. Centralblatt f. d. medic. Wiss. 1876. p. 421. ferner: »über Atropin und Physostigmin und ihre Wirkung auf den intraocularen Druck« Archiv f. Ophth. XXIII. 3. p. 149. und Bericht über die 11te Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg 1878. p. 86.

Laqueur's erste Versuche betrafen 5 Fälle von Glaucoma simplex und ein Secundärglaukom. Der Begründer unserer Therapie formulirt seine Erfahrungen in der »vorläufigen Mittheilung« wie folgt:

»Es trat constant nach einer 3—4tägigen Application eine deutliche Herabsetzung des pathologisch erhöhten Augendrucks ein, welche bis zum 8. oder 10. Tage mehr und mehr zunimmt und mit welcher bei nicht erloschenem Sehvermögen eine ansehnliche Verbesserung der Sehschärfe einhergeht.«

In der späteren Arbeit »über Atropin und Physostigmin« heisst es: »In Glaucoma simplex bot sich Gelegenheit, das Mittel in mehr als 10 Fällen zur Anwendung zu ziehen, welche fast sämmtlich bereits sehr weit vorgeschrittene Glaukome betrafen. Die Wirkung war nicht in allen Fällen die gleiche. Die Druckherabsetzung war zwar constant und liess sich spätestens am 3. oder 4. Tage der Anwendung nachweisen, sie war aber meistens sehr flüchtig, oft so, dass schon nach 24 Stunden der erreichte Effekt wieder verloren gegangen war. In anderen Fällen war die Druckverminderung mehr dauernd, hier konnte eine cumulirte Wirkung erreicht und zuweilen Entspannung bis unter die Norm längere Zeit unterhalten werden. Besserungen des Sehvermögens sind beim Glaucoma simplex im Allgemeinen nicht zu erwarten, wohl aber wurde mehrere Male eine Erweiterung des Gesichtsfeldes beobachtet«.

Das in Laqueur's erster Mittheilung erwähnte, nach Linsenluxation entstandene Secundärglaukom wurde durch Eserin zum normalen Drucke reducirt und dauernd geheilt.

Sehr günstig wirkte das Mittel bei Glaukomrecidiven iridectomirter Augen.

Hinsichtlich des acuten Glaukoms lagen 4 Fälle vor, in welchen die Heftigkeit des Insults durch Eserin nach 2tägiger Anwendung gebrochen wurde.

»Die akuteste Form mit steinerner Bulbushärte, Chemosis, Lidschwellung, völlig aufgehobener Vorderkammer, konnte noch nicht auf ihre Reaction gegen das neue Heilmittel geprüft werden«.

Nach Lucius [1]), welcher für A. Weber die Entdeckung der druckmindernden Wirkung des Physostigmin in Anspruch nimmt, beobachtete letzterer die antiglaukomatöse Heilwirkung des Präparats in einem Falle von Totalstaphylom mit enorm gesteigertem Druck und nahm auch bei Glaucoma simplex die entspannende Wirkung des Eserin wahr.

Fabricius [2]) beobachtete in der Klinik A. von Rothmund's vorübergehende und mehr dauernde Heilwirkungen des Eserin, letzteres besonders bei einem an Glaukom vollständig erblindeten Auge, welches aber noch T + 3 gespannt und schmerzhaft war. Nach 2tägiger Eserinanwendung waren die Schmerzen beseitigt, die Spannung bedeutend vermindert. Nach 4 Tagen war die Spannung normal, das Auge reizlos. S blieb = 0. Nach zweimonatlichem Aussetzen des Eseringebrauchs traten wieder Schmerzen und beträchtlich vermehrte Spannung ein. Dreitägige Eserinanwendung genügte, um das Auge normal gespannt und schmerzfrei zu machen.

Horner [3]) beobachtete ein Secundärglaukom von ausserordentlicher Heftigkeit nach Linsenluxation.

»Nach 4 Tropfen Eserin nimmt der Druck ab und die Schmerzhaftigkeit so sehr, dass zum ersten Male erquickender Schlaf folgt durch die ganze Nacht (NB. ohne Chloral oder Morphium«). Iridectomie folgte.

Ferner behandelte Horner eine 59jährige Frau, bei welcher 3 Monate nach der Iridectomie der an Glaucoma simplex erkrankten Augen neue Verschlechterung des Sehens unter Spannungszunahme gefolgt war, mit Eserineinträufelungen. Das Resultat war ein günstiges, indem S sich von $^{10}/_{200}$ bezw. $^{10}/_{100}$ binnen 2 Tagen auf $^{10}/_{30}$, bezw. $^{10}/_{70}$ hob. Dabei war der Druck auf einem Auge selbst unter die Norm herabgegangen. Unter dem Fortgebrauch des Eserin waren nach 14 Tagen die

---

1) »Ueber die druckvermindernde Wirkung des Extractum fabae Calabarensis« Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1876. p. 581.

2) Die Calabarbohne und ihre therapeutische Verwerthung in der Augenheilkunde. Inaug.-Dissertation. München 1877.

3) »Ueber Indicationen und Contraindicationen von Atropin und Calabar« Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte 1877. Nr. 17.

Bulbi wieder resistenter, aber S links bis $^{10}/_{20}$ gehoben, rechts auf $^{10}/_{70}$ constant geblieben.

Jany[1]) berichtet in der Sitzung der Heidelberger ophthalmol. Gesellschaft über einen Fall von akutem Glaukom, dessen Operation verweigert worden war. Der Erfolg der Eserinbehandlung war eine sofortige Sistirung der alle 3—4 Tage sich wiederholenden Anfälle, nachdem jeweils 2 Tropfen einer $^1/_2$ % Lösung eingeträufelt worden waren. Inzwischen trat Conjunctivitis granulosa auf, wesshalb Jany das reizende Eserin durch Pilocarpin ersetzte und mit demselben Erfolg.

Die spätere Veröffentlichung desselben Autors hebt zwei weitere Fälle hervor, in welchen die Eserinbehandlung bei akutem und subakutem Glaukom glückliche Erfolge aufwies.

Im ersteren Falle zählte Patient Finger in nächster Nähe. T + 1. 3stündlich 2 Tropfen $^1/_2$ % Eserinlösung. Am folgenden Tage Fingerzählen auf 1,5 Meter, Spannung geringer, Cornea klarer. In 4 Wochen vollständige Wiederherstellung des früheren Sehvermögens und fast völlige Beseitigung der objectiven Veränderungen.

Das an subakutem Glaukom erkrankte Auge zählte Finger auf 1 Meter zur Noth und war T + 1 gespannt.

Zwei Stunden nach der ersten Einträufelung werden Finger auf 4 Meter gezählt. Nach 5 Tropfen Eserin S $^5/_{18}$; in 4 Wochen Wiederherstellung des früheren Sehvermögens.

Schweigger[2]) sah bei remittirender glaukomatöser Entzündung die Anfälle auf Eserin zurückgehen; bei hämorrhagischem Glaukom hatte er negative Resultate.

Schmidt-Rimpler[3]) hat in mehreren Fällen von Glaucoma simplex »bisweilen Besserung des Sehvermögens« beobachtet.

Cohn[4]) äussert sich auf der Heidelberger Glaukomdebatte dahin, dass der akute Anfall durch Eserin gemildert werde,

---

1) Bericht über die Sitzung der Heidelberger ophthalmolog. Gesellschaft 1878 p. 61 und Deutsche Medic. Wochenschrift 1878. Nr. 48 u. 49.

2) Berliner klin. Wochenschrift 1878. Nr. 4. Sitz.-Bericht d. Heidelberger ophth. Ges. 1878. p. 84.

3) Berliner klin. Wochenschrift 1878. Nr. 21.

4) Bericht über die Sitzung der Heidelberger ophthalm. Gesellschaft 1878. pag. 89.

aber wiederkehre. Beim chronischen Glaukom sei die Wirkung sehr unsicher. In einem solchen Falle träufelte Cohn ein ganzes Jahr hindurch Eserin ein, von dem er ab und zu leichten Follikularkatarrh beobachtete.

Knapp [1]) sah akutes Glaukom vollkommen ohne Rückfall bei Eserinbehandlung heilen. In andern Fällen kamen Recidive. In subacuten Fällen fand Knapp die Wirkung unsicher; in chronischen selbst einmal schädlich, indem ein akuter Anfall hervorgerufen wurde und sich wochenlang nach der Iridectomie die Vorderkammer nicht wieder herstellte. Die Publication Knapp's in dessen Archiv bezeichnet den ersteren Fall als möglicherweise durch Atropin hervorgerufen. In einer Erkrankung an akutem Glaukom auf beiden Augen, wo Eserin 14 Tage nach den ersten Erscheinungen zur Anwendung kam, trat die Heilwirkung ebenfalls rasch ein, aber Rückfälle folgten und bei diesen erschien die Wirkung des Mittels weniger günstig. Vom chronischen Glaukom heisst es: »Die Pupille wurde enger, die Spannung mehr oder minder reducirt, aber in einigen Fällen folgten beträchtliche episclerale Injection, Thränenfliessen und Schmerz über der Braue, welche Erscheinungen die Anwendung des Mittels um einige Tage überdauerten.« Im absoluten Glaukom wandte Knapp das Eserin ohne Erfolg an.

Seit in der Tübinger Augenklinik mit Anfang des Jahres 1877 die methodische Eserinbehandlung des Glaukom in Anwendung kam, ergab sich bis jetzt eine Reihe von 19 Beobachtungen, welche wir hier, ohne die Krankheitsgeschichten in extenso zu geben, in chronologischer Folge hier aufzählen, um bei Rubricirung der Fälle unter die einzelnen Glaukomformen das Detail an der Hand epikritischer Bemerkungen vorzuführen.

1. Fall.

Regine Benz, 61 Jahre alt. Aufgenommen am 12. Februar 1877. Glaucoma inflammatorium links seit 3 Wochen. Erfolglose Eserinbehandlung, Iridectomie nach oben und unten. Fortschritt des Processes. Glaucoma absolutum. Ciliarneurose. Enucleation.

1) Sitz.bericht d. Heidelberger ophth. Gesellsch. 1878. p. 91 und Archiv f. Augen- u. Ohrenheilk. VII. pag. 257.

2. Fall.

Barbara Staiger, 60 Jahre alt. Aufgenommen den 16. Februar 1877. Rechts Glaucoma subacutum. Eserin ohne Heilerfolg. Iridectomie. Links Glaucoma absolutum. Intercalarstaphylom. Eserin ohne Erfolg. Enucleation.

3. Fall.

Prisca Schad, 58 Jahre. Aufgenommen am 16. Februar 1877. Glaucoma subacutum utriusque oculi. Rechts günstige Wirkung des Eserin auf Druck und Sehen einige Wochen hindurch. Dann wieder Verschlechterung trotz Eserin. Iridectomie. Links Iridectomie.

4. Fall.

Martin Blutbacher, Schäfer, 76 Jahre. Glaucoma simplex utriusque oculi. Eserinbehandlung beider Augen mit ausgezeichnetem und dauerndem Erfolge.

5. Fall.

56 Jahre alte blödsinnige Bewohnerin einer Bewahranstalt. Glaucoma inflammatorium absolutum. Eserinbehandlung erfolglos.

6. Fall.

Barbara Göppinger, 75 Jahre alt, aufgenommen am 7. Juni 1877. Links Glaucoma absolutum. Rechts Glaucoma inflammatorium. Eserin ohne Heilerfolg. Iridectomie.

7. Fall.

Katharine Mauz, 48 Jahre alt. Aufnahme: 16. Juni 1877. Glaucoma absolutum utriusque oculi. Retinitis pigmentosa. Eserin erfolglos.

8. Fall.

Katharine Waiblinger, 55 Jahre. Aufgenommen den 22. Juni 1877. Glaucoma simplex utriusque oculi. Eserinbehandlung mit günstigem, aber nicht dauerndem Erfolge. Iridectomie.

9. Fall.

Crescenz Gutknecht, 73 Jahre, aufgenommen am 1. Juli 1877. Rechts Glaucoma absolutum. Links Glaucoma inflammatorium. Eserin ohne Erfolg.

10. Fall.

Max Breisinger, 33 Jahre, aufgenommen am 16. Juli

1877. Glaucoma simplex utriusque oculi. Eserinbehandlung. Rechts mit vorübergehendem, links ohne Erfolg. Iridectomie.

11. Fall.

David Preiss, 55 Jahre alt. Aufgenommen den 19. September 1877. Rechts Glaucoma absolutum. Links Glaucoma simplex. Eserin mit anfänglichem geringem Erfolge. Iridectomie.

12. Fall.

Agathe Gauss, 66 Jahre alt, aufgenommen am 10. December 1877. Rechts Glaucoma absolutum. Eserinbehandlung ohne Heilwirkung auf die Sehkraft, aber gegen spätere Schmerzanfälle von Erfolg.

13. Fall.

Rosine Beck, 66 Jahre alt. Aufgenommen am 18. Januar 1878. Links Glaucoma absolutum. Rechts Glaucoma inflammatorium. Eserinbehandlung mit anfänglich geringem und vorübergehendem Erfolge. Iridectomie.

14. Fall.

Georg Muckenfuss, 47 Jahre alt. Aufnahme in die Klinik am 16. Juli 1878. Glaucoma inflammatorium. Eserinbehandlung mit günstigem Erfolge. Iridectomie.

15. Fall.

Jacob Haist, 37 Jahre alt. Aufgenommen am 9. Dezember 1878. Links Glaucoma simplex. Eserinbehandlung mit günstigem, aber nicht dauerndem Erfolge. Iridectomie.

16. Fall.

Eleonore Teuffel, 65 Jahre alt. Aufgenommen den 4. März 1879. Links Glaucoma absolutum. Rechts Glaucoma fere absolutum (simplex). Eserin mit raschem und ausgezeichnetem Heilerfolg. Späterhin etwas Rückgang der Besserung. Iridectomie.

17. Fall.

Anna Hiller, 69 Jahre alt, aufgenommen am 19. Mai 1879. Glaucoma simplex utriusque oculi. Eserin mit günstigem Erfolge. Bei Stillstand der Besserung Iridectomie.

18. Fall.

J. G. Haible, 51 Jahre alt. Aufnahme am 8. Januar 1878. Retinitis mit hochgradiger Excavation der Papille. Am-

blyopie. Die anfänglich zweifelhafte Diagnose auf Glaucom wird durch die günstige Einwirkung des Eserin gestützt und durch den ferneren Krankheitsverlauf unzweifelhaft. Der Eseringebrauch hat sehr ausgeprägte Conjunctivitis granulosa zur Folge.

19. Fall.

Katharine M., 62 Jahre alt. Aufgenommen am 14. Juli 1879. Links Glaucoma absolutum. Rechts Glaucoma imminens simplex. Die letztere Diagnose ist erst durch den überraschenden Effekt einer Eserineinträufelung möglich geworden.

Unter den vorstehend angeführten 19 Fällen findet sich zwar nur eine kleinere Anzahl, welche den Heileffect des Eserin bei Glaukom eklatant vor Augen führt; wir werden aber bei der Uebersicht über die einzelnen Glaukomformen doch auch auf die Details der zweifelhaften und negativen Fälle etwas einzugehen haben.

Es muss dem neuen Heilmittel gegenüber eine erste Sorge sein zu erforschen, welches auf dem weiten Gebiete der glaukomatösen Erkrankungen sein eigentlicher Wirkungskreis sei. Diese Ermittelung kann nur auf dem Wege zahlreicher Beobachtungen positiver und negativer Resultate und deren Eigenthümlichkeiten geschehen. Sind auch bis jetzt die Erfahrungen zu einer solchen Sichtung noch nicht hinreichend, so werden wir doch im Verlaufe unserer Arbeit zu etlichen Anhaltspunkten für dieselbe gelangen, und somit wenigstens andeutungsweise zu einigen Grenzlinien des speciellen Gebietes der Eserintherapie, innerhalb welches dieses Agens ein nutzbringendes Mittel genannt werden kann. Sollte es auch nur für einzelne Glaukomfälle geeignet sein, so bliebe es dennoch einer so deletären Erkrankung gegenüber sehr beachtenswerth.

Unsere Beobachtungen 4, 16 und 17 lassen keinen Zweifel darüber, dass das Eserin wenigstens in diesem Sinne ein wirksames antiglaukomatöses Heilmittel ist.

Indessen wird es zur Uebersicht des ganzen Gebietes zweckmässig sein die bisherigen Erfahrungen und Urtheile an der Hand der klinischen Glaukomklassifikation und im Vergleich mit unsern eigenen Ergebnissen noch einmal kurz zu besprechen.

Hinsichtlich des Glaucoma simplex haben wir in der Einleitung die für unsere Therapie grundlegenden Beobachtungen Laqueur's erwähnt. Sie sind ganz besonders dieser Glaukomform günstig und fanden speciell für Glaucoma simplex bald Bestätigung. Cohn und Knapp hatten weniger Günstiges gesehen. Die Zahl der von ihnen beobachteten Fälle ist aber zu gering, um besonders Knapp's abfälliges Urtheil gerechtfertigt finden zu können, vielmehr müssen auch wir mit unsern Erfahrungen für die besondere therapeutische Zugänglichkeit des Glaucoma simplex dem Eserin gegenüber eintreten.

Unter den vorgeführten 9 Beobachtungen von Glaucoma simplex befindet sich nicht eine einzige, welche den wohlthätigen Einfluss des Eserin ganz vermissen liesse. Die erste dieser Beobachtungen, Fall 4, ist zugleich der glänzendste Erfolg, welchen wir der Eserintherapie bei Glaukom überhaupt verdanken. Der 76 Jahre alte Patient zeigte bei mässiger Härte der Bulbi rechts $^5/_{60}$, links $^{0,5}/_{60}$ Sehschärfe. Die Pupillen reagiren gut auf das eingeträufelte Eserin, beiderseits geht der Druck herab und nach 4 Tagen ist S^0 [1]) rechts $^5/_{12}$, links $^5/_{60}$ unter bedeutender Besserung des Farbensehens. Durch fortgesetzten Gebrauch des Eserin gelang es, dieses günstige Resultat im Wesentlichen festzuhalten, und selbst nachdem Patient einmal 6 Monate lang mit Einträufeln ausgesetzt hatte, wurde S rechts $^5/_{12}$ gefunden unter Erhaltung des Gesichtsfeldes und Farbensehens. $^5/_4$ Jahre, nachdem sich Patient zum letzten Male vorgestellt hatte, starb er. Wir brachten in Erfahrung, dass er noch kurz vor seinem Tode so gut wie unter der Behandlung gesehen habe. Hier war durch die Eserintherapie die Operation geradezu überflüssig geworden, was bei einem 76jährigen Manne gewiss besonders zu schätzen ist. Bedenkt man dazu, dass die Augen seit 2, beziehungsweise $1^1/_2$ Jahren erkrankt waren und dass es gar nicht im Verlaufe des Glaucoma simplex liegt derartige Besserungen des Sehvermögens und lange dauernde Stillstände der Gesichtsfeldeinschränkung zu

---

1) Unter S^0 verstehen wir das relative Distinctionsvermögen für die Ferne ohne Correction, eine Bezeichnung, welche in der Klinik des Herrn Prof. Nagel geläufig ist.

machen, so wird man diesen Erfolg als einen entschieden bedeutenden anerkennen müssen.

In Fall 16 handelt es sich um eine 65jährige Patientin, deren zweites Auge vor 10 Wochen von Glaukom befallen worden war. Es unterscheidet nur noch hell und dunkel mit Mühe. Auf 6 Tropfen Eserin war folgenden Tages die Pupille sehr eng, der Druck fast normal und S^0 $^4/_{60}$. Nach wieder einem Tage sind die Medien klarer, alle Farben werden erkannt S (mit — 2) = $^5/_{36}$ — $^5/_{24}$ und Patientin liest Worte von Jäger 3. S hob sich bis auf $^5/_{18}$ und erhielt sich auf diesem Stande, während der Druck nach Aussetzen des Eserin wieder zunahm, aber durch das Mittel sogleich wieder reducirt werden konnte. Der überraschenden Hebung der centralen Sehschärfe entsprach aber keine Besserung des sehr eingeschränkten Gesichtsfeldes, sodass der Kranken die Orientirung schwer wurde. Die Iridectomie wird gemacht und unter Fortgebrauch des Eserin, welches auch jetzt noch seine druckvermindernde Wirkung geltend macht, kommt die Behandlung zum befriedigenden Abschluss.

Auch diese Beobachtung zeigt die Wirkung des neuen Heilmittels in sehr eklatanter Weise.

In Fall 8 liegt ein doppelseitiges Glaucoma simplex bei einer 55jährigen Patientin vor. Beiderseits entschiedene Excavation mit stark verengtem Sehfeld. Links ist S^0 auf $^5/_{24}$, rechts auf $^5/_{60}$ herabgesetzt. Nach 9tägiger Eserinbehandlung sind beide Augen nahezu bei $^5/_{12}$ angekommen unter starker Verminderung des Augendrucks. Beiderseits wird bei Stillstand der Besserung iridectomirt. Im Verlauf der Heilung wird wieder Eserin eingeträufelt. Das Resultat ist ein befriedigendes. Wahrscheinlich unter dem Einfluss starker Metrorrhagieen in Folge Uteruscarcinoms zeigt sich nach mehreren Monaten wieder eine Abnahme des Sehens ohne erhebliche Drucksteigerung. Eserin verengt zwar die Pupillen, bessert aber die Sehschärfe nicht.

Fall 10 betrifft einen 33jährigen an Emphysem leidenden Potator, dessen beide Augen seit einem Jahre erkrankt sind. Auf dem rechten Auge wird unter Eserinbehandlung das Sehen etwas gebessert und anfänglich auch das Sehfeld etwas erweitert, ein Effekt, der aber bald wieder verloren geht. Bemerkens-

werth ist die erzielte bedeutende Besserung der Farbenwahrnehmung. Links wird zwar der Druck herabgesetzt, aber S bessert sich nicht wesentlich. Es wird die Iridectomie gemacht, auf welche nicht die gewünschte Druckverminderung folgt. Es treten lebhafte Reizerscheinungen ein. Nach 8 Tagen zeigt sich eine bedeutende Netzhautablösung, welche unter Ruhelage, Verband und fortgesetzter Eserinbehandlung nach 12 Tagen geheilt ist. Einige Zeit später lässt sich kaum mehr eine Spur von derselben constatiren. Bei der Entlassung zählt Patient mit diesem Auge Finger auf 1 Meter.

Die Heilung einer Netzhautablösung unter Eserineinwirkung ist auch schon von Mohr [1]) beobachtet worden. Die von demselben mitgetheilte Krankengeschichte zeigt, dass man auf Grund der Annahme Weber's die directe Absicht hatte, durch Eserin den Druck im Glaskörperraum zu erhöhen, indem dadurch nach Punction des Exsudates der Netzhautsack genöthigt würde, sich an die Choroidea glatt anzulegen. Welcher Antheil aber auch dem Eserin an den genannten Heilungen zuzuschreiben sein mag und in welcher Weise derselbe zu erklären sein möchte; immerhin ist demnach das Mittel auch für die Therapie der Retinalablösungen beachtenswerth. Auch in der Tübinger Klinik wurde das Mittel noch mehrfach bei diesem Zustande in Anwendung gebracht, aber fernerhin ohne günstigen Erfolg.

In Fall 11 zeigt Eserin keine entschiedene Heilwirkung auf das seit 1/4 Jahr glaukomatöse Auge und es wird die Iridectomie vorgenommen. Als aber nach 2 Monaten eine Verschlechterung des Sehens eingetreten war, hebt sich nach reichlicher Eserineinträufelung S von 5/36 auf 5/24, wobei die etwas gewölbt gewesene cystoide Vernarbung einsinkt. Der Stand des Sehens erhält sich in nächster Zeit auf der genannten Höhe.

In Fall 15, bei einem 37jährigen Kranken, fand sich sehr gesteigerter Druck bei Reduction des Unterscheidungsvermögens auf 1 1/2/60. Eserin wirkt prompt auf die Pupille. In 3 Tagen ist das kranke Auge weicher als das gesunde, S^0 auf 5/60 gehoben, das sehr eingeschränkte Sehfeld nicht geändert. Nach

---

1) Noch einmal das Eserin, Archiv f. Ophth. XXIII. 2. p. 161.

6tägigem Eseringebrauch geht der wieder gesteigerte Druck selbst auf grosse Dosen nicht mehr zurück und nach der nun ausgeführten Iridectomie wirkt das Mittel auch nicht mehr auf die Pupille. Erst einige Zeit später und nachdem inzwischen Atropin gebraucht worden war (welches nach jeder Einträufelung eine leichte Drucksteigerung zur Folge hatte) bewirkte Eserin wieder Myosis und Druckreduction bis zur Hypotonie.

Einen sehr schönen Erfolg zeigt auch Fall 17. Die 69-jährige Patientin ist schon seit einem Jahre unfähig, sich allein zu führen. Beide Augen sind stark gespannt, die Papillen vollständig excavirt, die Sehfelder hochgradig eingeschränkt.

Rechts werden Finger mit Mühe auf $^1/_2$ Meter gezählt, links in nächster Nähe. Nach einer Eserineinträufelung wird am folgenden Tage rechts S^0 $^5/_{36}$ constatirt und Jäger 9 auf 30 Cm. gelesen. Am 2. Tage S^0 $^5/_{24}$. Jäger 7. Links Finger auf 1 Meter. Nach 3 Tagen ist der Druck beiderseits normal. Rechts werden Worte von Jäger 3 mit + 6 gelesen. Auch hier erweitert sich das äusserst hochgradig eingeschränkte Sehfeld nicht und Patientin ist bei relativ guter centraler Sehschärfe unfähig sich allein zu führen. Die Iridectomie wird vorgenommen. Bei der Nachbehandlung kommt Eserin wieder zur Anwendung und Patientin wird damit entlassen.

Zuletzt unter den Beobachtungen über Glaucoma simplex finden wir die Fälle 18 und 19 nach mehreren Seiten hin beachtenswerth. Ersterer war anfänglich aufgefasst worden als wesentlich retinitischer Natur mit starker Excavation der Papille, von welcher aber nicht entschieden werden konnte, ob sie eine totale, glaukomatöse zu nennen sei. Ein schmaler weisser Ring um die Papille konnte möglicherweise noch dem Sehnerven zugehören. Besserung des Sehens wurde schon durch Bettruhe und Blutentziehung erreicht, dann aber entschieden durch Eserin. Eine Atropineinträufelung hatte keinen verschlimmernden Einfluss. Druckerhöhung war rechts vielleicht in geringem Grade vorhanden. Auf diesem (schlimmeren) Auge hob sich S von anfänglich $^{5\,0}/_{60}$ auf $^5/_{12}$ und links von $^5/_{36}$ zur gleichen Höhe. Die Sehfelder waren in beiden Augen intakt geblieben. Nachdem Patient mit Eserin entlassen worden

war und 10 Wochen hindurch täglich das Mittel gebraucht hatte, zeigte sich bei ihm eine starke Conjunctivitis granulosa, wie sie auch von andern Beobachtern nach Eseringebrauch mehrfach gesehen wurde, aber in unserem Falle durch die Reichlichkeit und Grösse der Wucherungen ausgezeichnet war. Die Hornhäute waren dabei frei geblieben und nach vergeblicher Anwendung von Aqua plumbi und Lapis ging die Affection auf die Behandlung mit dem Cuprumstift unter gleichzeitiger Diaphorese bald zurück. Noch einige Monate nach Aussetzen des Eserin hielt sich das Sehvermögen ordentlich. Dann erschien Patient wieder mit der Angabe, dass rechts das Sehen ziemlich rasch abnehme. Dabei waren jetzt auch subjective Glaukomzeichen, Farben- und Regenbogensehen, eingetreten. Patient erhält wieder Eserin. Er stellt sich nun erst nach 9 Monaten wieder vor mit deutlich erhöhtem Augendruck, namentlich rechts. Links ist S auf $^{5}/_{9}$ erhalten geblieben (oder etwas gestiegen); rechts aber auf $^{1}/_{60}$ gesunken (Cataracta immatura). Auch links zeigt sich jetzt Excavation. Die vorgeschlagene Iridectomie wird vorerst nicht genehmigt. Es hat in diesem Falle die anfängliche günstige Eserinwirkung eine entschieden diagnostische Bedeutung für uns gehabt, indem die beobachtete Besserung für die glaukomatöse Natur der Erkrankung sprach. Zwar wird man diese diagnostische Bedeutung einer eingetretenen Eserinwirkung in ähnlichen Krankheitsfällen nicht überschätzen dürfen (weil beim Ausbleiben derselben Glaukom nicht ausgeschlossen ist und beim Eintritt der Besserung diese auch andern Verhältnissen als denen des glaukomatösen Processes zu verdanken sein möchte), allein eine gewisse Beachtung verdient sie sicher und mit um so grösserem Rechte je genauer sich unsere speciellen Kenntnisse in der vorliegenden Frage gestalten werden.

Fall 19 gab uns in jüngster Zeit noch einen weiteren Anhaltspunkt für die diagnostische Verwerthung des Eserin. Die Patientin ist links erblindet; rechts glaubt sie seit einigen Tagen eine leichte Entzündung des Auges wahrzunehmen ohne auffallende Verminderung der Sehkraft. S mit + 3 = $^{5}/_{9}$. Mit + 8 wird Jäger 1 auf 20 Cm. gelesen.

Die vordere Kammer zeigt sich etwas abgeflacht. Pupille enger als normal, Excavation nicht vorhanden. Bei der unzweifelhaft glaukomatösen Erblindung des linken Auges liegt es nahe, dass auch rechts die Prodrome eines Glaukoms anzunehmen seien, obgleich keine objectiven Zeichen sicher hiefür sprechen. Auf Eserin verengt sich die Pupille ad minimum, der Druck geht unter die Norm herab. Die ausserordentliche Kleinheit der Pupille muss natürlich das Sehen beeinträchtigen; dennoch ist S^0 auf $^5/_9$ gestiegen und S mit $+ 1^1/_2 = {}^5/_6$. Stärkere Convexgläser verschlechtern. Durch diesen Erfolg des Eserin war es uns unzweifelhaft geworden, dass die Erkrankung des Auges als beginnendes Glaukoma simplex aufzufassen sei. Auf die Ausdehnung des etwas eingeschränkten Gesichtsfeldes hatte Eserin keinen Einfluss gehabt.

Dass in einem subacuten Glaukomfalle Jany ein glänzendes Resultat zu verzeichnen hatte, haben wir Eingangs gesehen.

Als »subacutes Glaukom« bezeichnet auch Laqueur den ersten Fall seiner Beobachtung mit Hervorhebung der binnen 30 Minuten erfolgten überraschenden Spannungsverminderung eines vor 3 Monaten erkrankten Auges. Die Iridectomie wurde alsdann mit gutem Erfolge gemacht.

Knapp nennt die Eserinwirkung in subacuten Fällen eine »unsichere«; in seinem zweiten Aufsatze erklärt er: »Bei subacutem Glaukom ist Eserin von zweifelhaftem Nutzen«.

In Fall 2 unserer Beobachtungen wird durch Eserin zwar die Pupille verengt, Druck und Sehen aber nicht gebessert. Unter Eserineinträufelungen nach der Iridectomie kommt die Behandlung zum befriedigenden Abschluss.

Eine weitere Beobachtung, Fall 3, zeigt bei subacutem Verlauf anfänglich glänzende Besserung, indem das T + 3 gespannte Auge, welches nur noch Bewegungen der Hand wahrnimmt, binnen 2 Tagen zu normalem Druck reducirt wird unter Hebung der Sehschärfe auf $^5/_{60}$. Nach weiteren 8 Tagen ist S^0 $^5/_{12}$ und es wird Jäger 4 mit + 4,5 gelesen. Nachdem 2 Tage mit Eserin ausgesetzt ist, steigt der Druck wieder bedeutend und S ist auf $^5/_{60}$ zurückgegangen. Unter fernerem

Eseringebrauch geht jetzt der Druck wieder herab, aber es findet eine weitere Verschleehterung des Sehens bis auf $^{3}/_{60}$ statt. Die Iridectomie führt noch zu einem befriedigenden Endergebniss.

In Fall 6 besteht das Glaukom mit entzündlichen Erscheinungen seit 3 Monaten. Eserin wirkt wenig auf die Pupille und vermag den Druck nicht herabzusetzen, das Sehen nicht zu heben. Auch nachdem die Irideetomie gemacht ist, bedarf es grosser Dosen, um einige Wirkung auf die Pupille auszuüben, doch ist unter dem Fortgebrauche des Präparats das Endergebniss in Bezug auf Sehvermögen ein günstiges und durch Monate andauerndes.

Unser 12ter Fall zeigt ein weiteres Auge mit schleichend entzündlichem Glaukom. Auch hier ist die Wirkung des Eserin auf die Pupille eine unvollkommene, trotz grosser Dosen. Der Druck geht zwar herab, aber S hebt sich nicht, bleibt vielmehr auf den noch vorhandenen Lichtschein beschränkt, was hier um so bedauerlicher ist, als des ganz desolaten Allgemeinzustandes der Patientin halber von der Operation abgesehen wird.

Als nach einem halben Jahre unter heftigen Schmerzen die Amaurose vollständig geworden war, beseitigte Eserin rasch die noch vorhandenen Schmerzen.

Unter den vorliegenden 4 Fällen von Glaucoma inflammatorium mit rascherem Verlaufe bietet keiner so schlagende Beweise von der Heilwirkung des Eserin, wie wir sie bei Glaucoma simplex gesehen haben. Es liegt auch schon in der Natur des acuten Glaukoms zuweilen Rückgänge des Krankheitsprocesses darzubieten, sodass die Ergebnisse der Eserintherapie mit mehr Vorsicht aufgenommen werden müssen als beim einfachen Glaukom, in dessen Wesen solche spontane Besserungen nicht begründet sind. Unter dem Eindruck eigener Beobachtung gewannen wir aber doch bei Fall 14 die Ueberzeugung, dass die auf Eserin rasch eingetretene Druckverminderung und Functionsbesserung des seit 8 Tagen erkrankten Auges in der That dem Heilmittel zu verdanken sei. Was schon Laqueur als das Ziel der Eserintherapie bei acutem Glaukom bezeichnet hat, nämlich die günstige Vorbereitung für den ope-

rativen Eingriff, das ist hier erreicht worden. Die Iridectomie wurde an dem gebesserten Auge mit gutem Erfolge gemacht.

In unsern übrigen 3 Fällen von acutem Glaukom, 1, 9 und 13 bewirkte Eserin gar keine oder eine geringe und vorübergehende Besserung. In Fall 1 musste schliesslich der Schmerzen halber enucleirt werden, ohne dass Eserin gegen dieselben etwas auszurichten vermocht hätte.

In den Fällen 9 und 13 treten wenigstens anfänglich günstige Veränderungen ein, welche die Iridectomie, die bei beiden gemacht wurde, erleichtern konnten. Bei 13 scheint Eserin noch in der Heilungsperiode günstig einzuwirken, sodass Patientin mit dem Präparat versehen entlassen wird und nach 2 Monaten unverminderte Functionen des Auges aufweist.

Unseren weniger günstigen Erfahrungen beim acuten Glaukom stehen die glücklicheren Erfolge anderer Beobachter, besonders Jany's und Knapp's gegenüber, um uns vor übereiltem Urtheil nach dieser Seite hin zu bewahren. Die in der Einleitung erwähnten Fälle der genannten Beobachter zeigen, dass auch unter dieser Glaukomgruppe eigentliche Heilungen (wenn die inzwischen verlaufene Zeit zu dieser Annahme genügt) vorkommen können. Glaukomfälle, welche bereits zur Vernichtung jeder Lichtempfindung geführt haben, verhalten sich dem Eserin gegenüber, wie zu erwarten steht, sehr verschieden. Im Grenzgebiete hochgradiger Amblyopie mit Herabsetzung des Sehens bis auf Lichtschein und selbst schlechten Lichtschein kommen, wie unsere Beobachtungen bei Glaucoma simplex beweisen, noch glänzende Besserungen unter Eserinbehandlung vor. Als entscheidend für die Möglichkeit solcher Erfolge müssen wir vom physiologischen Standpunkte aus diejenigen Antheile trennen, welche die reparable Lähmung der Nervenapparate durch Ischämie oder durch directen Druck an der Functionsstörung nehmen und jenen Antheil, welcher durch irreparable Desorganisation wesentlicher Elemente verschuldet wird. In dem Masse wie Letzterer vorwiegt, wird die Möglichkeit einer Wiederherstellung der Function ausgeschlossen. Die Zeitdauer der Erkrankung ist hiefür bedeutungsvoll, wenn auch nicht allein entscheidend.

Im Allgemeinen gilt auch hier der Satz, dass ein rasch ansteigender Druck viel verderblicher wirkt als langsam zunehmende Compression. An letztere kann allmählich ein hoher Grad von Gewöhnung stattfinden.

Wir haben 8 an Glaukom erblindete Augen mit Eserin behandelt nach verschieden langer Krankheitsdauer und sehr verschieden lange nach Eintritt der Amaurose.

In Fall 5, der eine Blödsinnige betraf, lässt sich über die Dauer der Amaurose natürlich nichts bestimmen (bei Sehfähigkeit des andern Auges) wenn auch die entzündlichen Erscheinungen und Schmerzen erst seit 4 Wochen zugegen sind. Man hätte sonst glauben sollen, dass gerade nach so kurzer Zeit noch ein Rückgang der Blindheit am ehesten möglich gewesen sei. Allein weder eine objective, noch eine functionelle Aenderung tritt auf Eserin ein.

In Fall 2 besteht vollkommene Erblindung erst seit 10 Tagen; die Augenkrankheit selbst seit 1/4 Jahr. Ein Intercalarstaphylom hat sich gebildet. Auch hier äusserte Eserin keine Heilwirkung. Wir waren mithin nicht so glücklich als Weber, welcher bei Totalstaphylom unter enorm gesteigertem Druck in dem Eserin ein Heilmittel fand [1]). In unserem Falle vergrösserte sich die Ectasie eher und das Auge musste enucleirt werden.

Fall 7 zeigt eine an beiden Augen mit Retinitis pigmentosa und Glaukom erblindete Patientin. Beide Augen sind stark gespannt und der Sitz heftiger Schmerzen. Eserin beeinflusst weder Druck und Pupille, noch die Schmerzen. Erst in Verbindung mit Morphium tritt Nachlass der Schmerzen ein. Die Spannung bleibt sich gleich.

Auch in Fall 12 sind beide Augen mit Glaucoma absolutum behaftet. Patientin erscheint wegen der Schmerzen. Diese lassen sich durch Eserin bald beseitigen; sonst wird dadurch keine Veränderung erzielt.

In Fall 16 ist das Auge seit einem Jahre blind und stark gespannt. Schmerzen bestehen nicht. Der Druck wird redu-

---

1) S. Lucius l. c.

cirt, die Pupille verengt sich, aber weitere Folgen treten nicht ein. Aehnliche Verhältnisse bietet das in Fall 19 erblindete Auge. Unsere Resultate bei Glaucoma absolutum sind also, den Erwartungen entsprechend, sehr bescheiden. In einem von Fabricius beobachteten Falle, den wir Eingangs erwähnt haben, trat schlagende Besserung der heftigen Schmerzen und rasche Druckreduction ein, sodass der genannte Autor das Eserin wohl mit Recht ein dankbares Mittel auch bei acuten Erscheinungen in bereits erblindeten Augen nennen durfte.

Ueber Sekundärglaukome liegen uns wohl einige günstige Erfolge, doch keine Beobachtungen von hervorragendem Interesse vor. Gerade hier würden sich an gut beobachtete Fälle wichtige Folgerungen anknüpfen lassen; insbesondere wäre es wichtig zu wissen, ob der ersten Entwicklung des Secundärglaukoms wirksam entgegengetreten werden kann.

Ich füge schliesslich noch an, dass in der Tübinger Klinik das schwefelsaure Eserin in zahlreichen Fällen von Irisprolaps, Hornhautulceration und Keratocele mit günstigem, einige Male mit sehr bemerkenswerthem Erfolge angewandt wurde.

Fragen wir uns — den Blick zunächst ausschliesslich auf's Praktische gerichtet — was denn nun, den bisherigen und speciell unsern Erfahrungen entsprechend, den Werth der Eserintherapie hauptsächlich begründe und sicher stelle, so lässt sich die Antwort auf zwei wesentliche Punkte concentriren:

Die Eserinbehandlung bei Glaukom hat in manchen Fällen eine ansehnliche, in einzelnen Fällen eine sehr bedeutende, auch selbst dauernde Hebung der centralen Sehschärfe zur Folge, begleitet von Herabsetzung des krankhaft erhöhten Augendruckes und Besserung anderer glaukomatöser Krankheitserscheinungen. Das Gesichtsfeld wird nur selten wieder erweitert. Die Heilwirkung giebt sich somit als Rückgang der glaukomatösen Erscheinungen, und in einzelnen Fällen als dauerndes Verharren in dem gebesserten Zu-

stande, in diesem Sinne geradezu als Heilung zu erkennen.

In jenen Fällen, wo die bessernde Wirkung des Eserin zwar eintritt, aber sich vorübergehend erweist, beruht der Werth dieser Therapie in der günstigen Vorbereitung zur Iridectomie, welche einerseits technisch erleichtert wird, andererseits für das erkrankte Auge durch vorherige Herabsetzung des intraocularen Druckes weniger Gefahren bietet, als dies bei stark gespannten Augen der Fall ist.

Theils vom Erfahrungsstandpunkte, theils von ihren theoretischen Ansichten über die Eserinwirkung ausgehend, haben verschiedene Kliniker Anzeigen und Gegenanzeigen des Eseringebrauchs bei Glaukom aufgestellt. Die allgemeinste Indication ist wohl von Wecker [1]) ausgesprochen worden, indem er sagt: »überhaupt ist es jetzt nicht mehr erlaubt zu irgend einer Art von Glaukomoperation zu schreiten, ohne vorher den Kranken der Eserinwirkung zu unterwerfen«. Weiterhin bemerkt Wecker, dass bei akutem Glaukom die Wirkung des Mittels eine unvollständige sei, weil die bedeutende Drucksteigerung die Resorption erschwere, ein Satz, dessen theoretischer Ursprung sich durch die Beobachtung vieler günstigen Erfolge bei hoch gesteigertem Druck darthut.

Wecker hebt ferner mit Recht die prophylaktische Indication hervor, theils wenn es sich um die Prodrome des Glaukoms handle, theils um das Auge bei Hornhautperforationen u. s. w. vor consecutivem Glaukom zu schützen.

Nach Laqueur's erster Mittheilung ist die methodische Einträufelung indicirt

1) in allen Fällen von Glaucoma simplex,

2) in allen operirten Fällen, wo die Iridectomie nicht die gewünschte Entspannung gebracht hat,

3) in denjenigen Fällen von Sekundärglaukom, in welchen die Iris nicht durch vordere oder hintere Synechieen theilweise fixirt ist.

---

1) »Ueber Glaukom» Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. XVI. p. 189.

Letztere Einschränkung wird auch von anderer Seite zur Contraindication erhoben, so von Mohr, welcher auch die atrophischen Zustände der Iris hier einbezieht und Neigung zu allgemeiner Gefässerkrankung, Arteriesclerose, Blutungen, als weitere Gegenanzeigen aufstellt.

Dass Knapp in einem Falle von Glaucoma simplex eine acute Verschlimmerung und Verlust des Auges bei Eseringebrauch beobachtete, ist eine nicht mehr ganz vereinzelte Thatsache. Knies [1]) führt einen Fall an von »ziemlich chronischem« Glaukom, bei welchem unter Eseringebrauch die Verschlechterung fortschritt, wonach aber durch die Iridectomie ein sehr günstiges Resultat erreicht wurde.

Weber [2]) sagt in diesem Sinne: »aber gerade wegen dieser enormen Kraftäusserung (der in die Fläche gespannten Iris) und dem Anfangs unzweifelhaft gesteigerten Glaskörperdruck möchte ich die grösste Vorsicht bei Anwendung des Calabars bei Glaukom empfehlen«. Er fügt hinzu: »Ich habe Theile des Gesichtsfeldes verloren gehen sehen, die bei Tagesbeleuchtung noch ihren Dienst versahen«. Schnabel hat sogar einen Glaukomausbruch nach Eserineinträufelung beobachtet. Diese Thatsachen sind der Beachtung und des Studiums werth, aber sie vermögen die grosse Bedeutung des neuen Heilmittels und seine überzeugenden Erfolge nicht in den Schatten zu stellen, so wenig die segensreiche Iridectomie dadurch an heilbringender Bedeutung im Ganzen verliert, dass sie — nach A. v. Graefe's eigenen Worten — in vereinzelten Fällen von Glaucoma simplex den ganzen Sturm glaukomatöser Zufälle heraufbeschwört.

In der Complication des Glaukoms mit Iritis erblickt Weber keine Contraindication gegen den Eseringebrauch, empfiehlt aber Vorsicht und zeitweise Mydriatisirung der Pupille. So unzweifelhaft das Eserin die Tendenz zeigt, die Iris in den Zustand der Hyperämie und Entzündung zu versetzen, z. B. bei Hornhautaffectionen schon nach kurzem Gebrauche Synechieen zurückzulassen, die zwar auf Atropingebrauch oder abwechselnde

---

1) »Ueber das Glaukom« A. v. Graefe's Archiv XXIII. 2. pag. 62.
2) »Die Ursache des Glaukoms« Graefe's Archiv XXIII. 1. pag. 1.

Atropin und Eserinanwendung sich oft wieder lösen, so scheint doch gerade bei Glaukom jene Neigung nicht sehr hervorzutreten, da wir keinen Fall von ausgesprochener Iritis unter der antiglaukomatösen Eserintherapie entstehen sahen. Immerhin wird auch in dieser Beziehung Vorsicht nöthig sein.

Wie wir bereits hervorgehoben, wäre es nun von grossem Werthe, diejenigen Fälle, in welchen die Eserinbehandlung ihre Erfolge feiert von jenen, welche dem neuen Heilmittel unzugänglich sind, prognostisch unterscheiden zu können. Die bisherigen von verschiedenen Beobachtern veröffentlichten Erfahrungen ergänzen und berichtigen sich dahin, dass keine der pathologischen Glaukomgruppen die günstigen Erfolge für sich allein in Anspruch nehmen kann; das Gemeinsame der günstigen und der ungünstigen Fälle, was die Reaction gegen Eserin bestimmt, muss in anderen und noch unbekannten Verhältnissen gesucht werden.

Mustern wir, in der Absicht diese Verhältnisse zu erforschen, unsere Krankengeschichten und die übrigen vorliegenden Beobachtungen, soweit es deren Vollständigkeit erlaubt, so finden wir zunächst nach Alter und Geschlecht der behandelten Patienten keine Unterschiede in den Erfolgen der Eserintherapie, wenn übrigens annähernd gleiche Verhältnisse vorausgesetzt werden. Unser schönster Erfolg betrifft ja den 76jährigen Patienten Blutbacher und auch Laqueur theilt einen durch Eserin rasch geheilten Fall von acutem Glaukom bei einer 79-jährigen Frau mit. Andrerseits liegen Heilungen aus dem mittleren und jugendlichen Alter (das von Horner behandelte Secundärglaukom betraf einen 23jährigen Patienten) vor. Auch hinsichtlich der Krankheitsdauer verhalten sich die Erfolge unberechenbar. Unlängst befallene und geschädigte Augen erholen sich unter dem Gebrauch des Mittels nicht mehr, indess längst bedeutend reducirtes Sehvermögen sich wieder unerwartet hebt, doch sahen wir in Fall 14 entschieden günstige Wirkung bei einem erst 8 Tage erkrankten Auge und in einem von Knapp mitgetheilten acuten Glaukomfalle trat die Behandlung schon mit dem 2ten Tage der Krankheit ein. Sie führte zur vollständigen Wiederherstellung. Dieselben Umstände bot ein

von Laqueur veröffentlichter Fall und hier werden die Heilungen gerade auch der Raschheit zu verdanken sein, mit welcher die Erkrankungen in Behandlung kamen.

In den bisher berührten Verhältnissen findet sich also nichts, was das Gebiet der für Eserin geeigneten Fälle zu bezeichnen vermöchte. Aber auch bei Vergleichung der speciellen Glaukomzeichen gelangen wir nach Massgabe unsrer Fälle in dieser Beziehung nicht zum Ziele. Ob die Glaukome mit oder ohne Entzündungserscheinungen, Schmerzen und anderen Reizungssymptomen verlaufen, ist für unsere Frage nicht entscheidend; dies ergiebt sich schon aus dem Verhältniss der Eserintherapie zu den einzelnen Glaukomgruppen. Aber auch die Höhe der Spannung des Auges, dieses wichtige physikalische Symptom, ist für den Erfolg der Eserintherapie nicht direct massgebend, wenn wir auch mit Laqueur im Allgemeinen bei bedeutend erhöhter Spannung günstige Wirkungen beobachtet haben. Die unter gleichen Verhältnissen gegen Eserin unempfänglichen Glaukome rauben dem genannten Symptom wieder seine prognostische Bedeutung. In zahlreichen Fällen fand bei stark erhöhtem Augendruck erhebliche Reduction desselben statt, ohne dass für die Function das Mindeste gewonnen worden wäre. Hier müssen wir eine Vernichtung der wesentlichen Elemente in dem bereits angedeuteten Sinne annehmen. Die unter übrigens gleichen Verhältnissen durchschnittlich günstigere Wirkung bei stark erhöhtem Drucke würde sich daraus erklären lassen, dass bei gleicher Conservirung der Function die bedeutendere Drucksteigerung mehr an Compression und Leitungsunterbrechung denken lässt, während diese Momente gegen die irreparablen Schädigungen zurücktreten, wo der Augendruck nur wenig erhöht ist.

Aehnlich verhält es sich in prognostischer Beziehung mit der Excavation der Papille. Besserungen sind bei ausgeprägter Excavation theils überraschend eingetreten, theils ausgeblieben, so dass sich hieraus kein sicherer Anhaltspunkt für die zu erwartende Eserinwirkung ergiebt. Dagegen traten, wie erwähnt, in acuten Glaukomen, wo es noch nicht zur Excavation gekommen war, wie in unserem Fall 14, Besserungen, unter den

Augen anderer Beobachter Heilungen ein. Besondere Beachtung verdient in Rücksicht auf unsere Frage das Verhalten der Pupille und Iris, theils weil sich hier noch am entschiedensten ein Nexus zwischen diesem Verhalten und der therapeutischen Eserinwirkung nachweisen lässt, theils weil sich speciell hieran Fragen von theoretischer Bedeutung knüpfen.

In 3 Fällen (1, 5, 7) beobachteten wir gar keine (in Fall 1 eine spurweise partielle) Einwirkung auf die Pupille, in den Fällen 2 und 6 nur unbedeutende Contraction. In den ersteren Fällen blieb Eserin ohne jede Heilwirkung; ebenso in Fall 2 und 6. Die Pupille finden wir bei dreien dieser Beobachtungen als »weit« bezeichnet, während in den günstigen Fällen die Angabe »mittelweit« vorherrscht. Auch Laqueur schien es als eigneten sich jene Fälle von Glaucoma simplex, welche mit leichter Dilatation der Pupille einhergehen, besonders für die Eserintherapie. Dieses Zeichen verdient also prognostische Beachtung, wenn auch das Ausbleiben der Eserinwirkung bei mittelweiter Pupille erklärlicherweise mehrmals beobachtet wurde. Wie wir zuerst hervorgehoben, ist bei ausgebliebener Pupillarcontraction auch kein Heileffect durch das Eserin beobachtet worden und diese Thatsache ist sehr beachtenswerth, wenn auch ihre ins Auge springende Bedeutung durch verschiedene Umstände wieder eingeschränkt wird, was wir bei Besprechung der physiologischen Verhältnisse darlegen werden.

Aus jenen Fällen, wo die Pupille sich mehr oder weniger contrahirt, indess der Druck nicht beeinflusst wird, oder ow bei unbedeutender Pupillenverengerung eine sehr entschiedene Druckherabsetzung eintritt, ergiebt sich jedenfalls eine gewisse Unabhängigkeit der Eserinwirkung auf die Iris und derjenigen auf den Augendruck. Hierher gehört auch die constatirte Abnahme des Druckes, wenn die Pupille eben erst anfängt enger zu werden (Laqueur) und die günstige Heilwirkung des Eserin bei iridectomirten Augen, wo der Einfluss des Mittels auf die Pupille naturgemäss ein viel beschränkterer ist. Immerhin wird sich in dem angegebenen Sinne das Verhalten der Pupille vor und nach der Eserineinträufelung für die Prognose dieser Therapie verwerthen lassen.

Bei dem absoluten Glaukom unseres Falles 16 fanden wir die Pupille eng, sehr unregelmässig, den Rand von vielfachen Synechieen eingenommen. Auf Eserin verengte sich die Pupille noch etwas und es trat deutliche Herabsetzung des Augendruckes ein. Das Gewebe der Iris wurde in mehreren Fällen abnorm gefunden, so in Beobachtung 13, wo bei sehr stark erhöhtem Druck die Iris ein verwaschenes, geschwelltes, von Hämorrhagieen durchsetztes Gewebe zeigte. Auf Eserin verengerte sich die Pupille etwas; eine Herabsetzung des Augendruckes trat aber nicht ein. Dies wurde dagegen an dem anderen Auge, wenn auch vorübergehend, erreicht. Hier fand sich die Iris weniger verändert. — Hinsichtlich der Vorwölbung der Iris und der Abflachung der Vorderkammer, konnten wir unsere besten Erfolge constatiren, wo diese Erscheinungen nur angedeutet, oder gar nicht vorhanden waren. Laqueur heilte aber ein acutes Glaukom mit äusserst enger Vorderkammer, so dass dieses Verhalten — auch schon der geringen Zahl beobachteter Fälle entsprechend — nicht die Bedeutung eines Kriteriums gewinnt, wenn es auch scheint, dass in chronischen Glaukomfällen die gut erhaltene Vorderkammer eine günstigere Prognose andeutet.

So hätten wir denn auch in der speciellen Betrachtung der Glaukomsymptome nur dürftige Anhaltspunkte für die Auswahl der Fälle zur Eserintherapie gefunden und keine Erklärung für die unter übrigens ähnlichen Umständen so überraschend verschiedene Reaction des Auges gegen das neue Heilmittel.

Die Thatsache, dass das Eserin eine ausserordentlich energische Wirkung auf die muskulösen Apparate im Bulbus ausübt, könnte — abgesehen von allen theoretischen Erwägungen, die sich hier anknüpfen möchten — vielleicht einen Lichtstrahl in jenes Dunkel werfen, wenn man nur annimmt, dass das Eserin seine antiglaukomatöse Wirkung demselben Umstande verdankt, welcher es zu dem trefflichen Myoticum macht, welcher es befähigt, den heftigen Accommadationskrampf hervorzurufen und durch Contraction der Gefässe die secretorische Thätigkeit der Conjunctiva zu beschränken, mit einem Worte, wenn man annimmt, dass das Eserin seine antiglaukomatöse Heilkraft durch

intensive Reizung der glatten Muskelfasern — gleichviel, ob direct oder durch Nerveneinfluss erzeugt — ausübe. Diese Hypothese verlangt nichts anderes als die Annahme, dass das Eserin im glaukomatösen Auge seinen physiologischen Wirkungsmodus beibehalten habe, und dieser Annahme wird man eine gewisse Berechtigung zugestehen müssen. Unter ihrer Voraussetzung treten aber die allgemeinen Verhältnisse der Glaukompatienten in ein neues Licht. Wenn das Eserin seine Heilwirkung einer Reizung und Contraction der intrabulbären glatten Muskulatur, sagen wir geradezu dem dadurch erzeugten Tetanus des Accommodationsmuskels, der Contraction der Pupille oder der Verengerung der Choroidealgefässe, verdankt, so ist natürlich der Zustand dieser Muskulatur für die Heilwirkung massgebend. Unser Blick wird jetzt von den specifischen und örtlichen Verhältnissen des Auges abgelenkt und richtet sich auf die Constitution des Kranken, um hier den Schlüssel des Verständnisses jener Verschiedenheit in der Eserinwirkung zu suchen. Die Aufklärung darf aber natürlich nicht in dem Sinne erwartet werden, als müsste sich nun in jedem Falle bei kräftiger Körperconstitution der Heileffect einstellen. Hierüber entscheiden doch auch die örtlichen Ursachen, die Heftigkeit und Dauer des Krankheitsprocesses, welcher im Laufe der Zeit gerade den Ciliarmuskel durch Compression und Atrophie, die Iris durch Lähmung und Atrophie in ihrer Contraction beeinträchtigt.

Es darf also nicht überraschen, wenn bei gutem und kräftigem Zustande der übrigen Körperernährung die Eserinwirkung ausbleibt. In solchem Falle würde die verderbliche Intensität des örtlichen Processes überwiegen. Andrerseits kann der Krankheitsprocess ein relativ gutartiger sein, sodass selbst bei hohem Alter und längerer Krankheitsdauer durch Vermittelung einer noch kräftigen Muskulatur vorübergehende oder dauernde Beseitigung der glaukomatösen Symptome erreicht wird. In diesem Sinne sprechen unsere günstigen Erfahrungen bei Glaucoma simplex. Bei dreien unserer Patienten ist ausdrücklich die schlechte Körperconstitution hervorzuheben. (Fall 5, 7 u. 12.) Eserin war hier auch ohne Erfolg. Doch bedarf speciell diese

von mir angeregte Frage der Entscheidung durch fernere Beobachtungen. Einige Eigenthümlichkeiten in der Wirkungsweise des Eserin werden, bei zustimmender Beantwortung dieser Frage dem Verständnisse viel näher gerückt und auch für die Therapie von Bedeutung. Dass die Contraction der Pupille einen Massstab für die zu erwartende Eserinwirkung abgiebt, könnte nur daran liegen, dass sie einen Massstab bildet für den Zustand der intrabulbären glatten Muskulatur. Die Thatsache, dass die Eserinwirkung eine oft rasch vorübergehende ist, dass selbst grosse Dosen keinen Einfluss mehr auf Pupille und Augendruck ausüben, dass aber später, nach einiger Ruhezeit, die Wirkung auf's Neue und zwar gewöhnlich weniger rasch und weniger bedeutend eintritt, lässt sich keineswegs aus einem ein für alle Male gesetzten Effekt erklären, sondern es trägt dieses Verhalten so sehr den Charakter der vitalen Reaction, dass es vielleicht durch keine Hypothese einfacher erklärt werden kann als durch die Annahme einer Anstrengung, Ermüdung und Erholung muskulärer Fasern. Besonders auffallend war dies in unserem Falle 15; auch Knapp macht auf diese Eigenthümlichkeit der Wirkung aufmerksam.

Es möge mir verziehen werden, dass ich zum Zwecke prognostischer Anhaltspunkte für die Eserintherapie den physiologischen Erwägungen vorgegriffen habe. Ich hoffe es rechtfertigen zu können, dass die intrabulbäre Muskulatur von mir in den Vordergrund gestellt worden ist. Freilich kommt neben dem Zustande der letzteren die Integrität des nervösen Apparates in erster Linie zur Geltung, allein es lässt sich aus der Beeinträchtigung der Function erst dann eine Scheidung der irreparablen und der reparablen Schädigungen vornehmen, wenn durch Herabsetzung des Druckes der letztere Antheil mehr oder weniger eliminirt ist. Und gerade zur Normalisirung des glaukomatösen Augendruckes bietet eben nach meiner Auffassung die intrabulbäre Muskulatur das Mittel. Durch die Wiederherstellung der Function, sofern deren Störung nicht von unheilbaren anatomischen Veränderungen abhing, wird das Eserin seinerseits wieder ein Hilfsmittel, um den Zustand des nervösen Sehapparates zu erkennen, aber auch diese eigentlich diagnostische

und zugleich prognostische Seite seiner Wirksamkeit, wird eben durch Rednction des Augendrucks, also wiederum nach meiner Auffassung durch die muskelcontrahirende Thätigkeit des Heilmittels hervorgebracht und somit käme dem Zustande der intrabulbären contractilen Fasern die erste prognostische Bedeutung zu.

Auch hinsichtlich der Therapie möge es mir gestattet sein, einige Erwägungen von praktischer Bedeutung der physiologischen Besprechung vorauszuschicken, obwohl sie sich bescheiden müssen auf vorerst hypothetischer Grundlage aufzutreten. Verdanken wir den therapeutischen Effect des Eserin seiner muskelreizenden Eigenschaft, so muss dies nothwendig zur Beachtung der angewandten Dosen führen.

Wir fügen hier die Bemerkung ein, dass das schwefelsaure Eserin von uns zuerst aus der Pharmacie Vée in Paris bezogen wurde; neuerlich von Merk in Darmstadt. Eine Verschiedenheit in der Wirkung beider Präparate ist nicht wahrgenommen worden. Gewöhnlich träufelten wir 3—4 Tropfen einer $^1/_2$ % Lösung ein. Unter grossen Dosen sind 8—10 Tropfen verstanden. Die Gabenbemessung verdient in Rücksicht auf die oben ausgesprochene Anschauung fernerhin sorgfältige Beobachtung. Wenn das Eserin durch seinen Eindruck auf die intrabulbäre glatte Muskulatur wirkt, so wird es diese auch lähmen können, statt sie nur zu reizen, wenn es nämlich in überwältigenden Dosen angewandt wird. Es sei hier der Vergleich mit der Digitalis erlaubt, von deren trefflicher Heilwirkung oft nur wenige Schritte zur Intoxication und Herzlähmung führen. Ist durch Eserin der Bulbus entspannt, so sollte die tetanische Contraction der glatten Muskulatur nicht unnöthig lange und nicht mit allzu starken Gaben des Mittels fortgesetzt werden. Vorsicht wird in dieser Beziehung um so mehr geboten sein, je mehr die contractilen Elemente unter dem Einfluss schlechter Körperernährung schon geschwächt sind.

Noch eine weitere Bemerkung mag sich hier anschliessen. Die Empfänglichkeit des Organismus für chemische Reize ist bekanntlich nicht zu berechnen. So ist beispielsweise die Reaction eines hydropischen Körpers auf die verschiedenen em-

pirisch erprobten Arzneimittel eine scheinbar ganz launenhafte und seltsame, indem unter ganz ähnlichen Umständen z. B. Squilla maritima in einzelnen Fällen eine starke Diurese hervorruft, in andern Fällen durchaus wirkungslos bleibt. So könnte die glatte Muskulatur des Auges, wo sie nicht auf Eserin durch Contraction antwortet, vielleicht noch gegen Pilocarpin oder Muscarin reagiren, oder sie könnte letzteres noch thun, wenn ihre Erregbarkeit durch Eserin schon erschöpft und gegen diesen specifischen Reiz abgestumpft ist.

Ist durch die vorstehenden Mittheilungen der therapeutische Effekt des Eserin bei Glaukom unzweifelhaft bewiesen, so muss es noch unsere Aufgabe sein, den Schlüssel des physiologischen Verständnisses hiefür zu finden. Dies ist aber um so schwieriger, als die glaukomatösen Erkrankungen selbst noch in tiefes Dunkel gehüllt sind, was ihre Aetiologie und Genese betrifft. Einen festeren Boden gewinnen wir an den Calabarwirkungen aufs gesunde Auge.

Als Wirkung des Eserins auf das gesunde Auge tritt zunächst Krampf des Sphincter pupillae und des Accommodationsmuskels hervor.

Der Accommodationskrampf ist anfänglich mit klonischen Contractionen verbunden und wird dann anhaltend tetanisch. Die Pupille verengt sich stärker als jemals beim stärksten Lichtreiz. Die genaueren Untersuchungen von von Reuss [1]) zeigten eine sehr verschiedene individuelle Empfänglichkeit gegen das Eserin, eine Thatsache, deren therapeutische Bedeutung nahe liegt und von uns gewürdigt worden ist. Der Einfluss des Alkaloids auf die Refraction wurde schon 5 Minuten nach Einträufelung in den Conjunktivalsack nachgewiesen. 20 bis 30 Minuten später zeigte sich die Wirkung maximal und nach 1½ bis 2 Stunden war der Fernpunkt wieder an die alte Stelle gerückt. Bei emmetropen Augen stieg der Effekt bis zur Erzeugung einer künstlichen Myopie von 4,5 Ml. und selbst einmal bis 10 Ml. nach einmaligem Einträufeln.

---

1) Wiener medicin. Presse 1877 No. 21 und A. v. Gräfe's Archiv XXIII. 3. Abth. pag. 63.

Bei wiederholter Application des Mittels in's emmetropische Auge wurde einmal Myopie 16 (Ml.) beobachtet. Die Wirkung des Eserin ist also eine intensive, dabei rasch eintretend und bald vorübergehend. Im glaukomatösen Auge nahm Laqueur schon nach zehn Minuten Spannungsverminderung wahr, ein therapeutischer Effekt, welcher jene Wirkung auf Pupille und Accommodation lange überdauert, als Beweis dafür, dass er nicht unbedingt an den Muskelkrampf geknüpft ist, wenn auch sein Beginn durch diese Ursache herbeigeführt worden sein sollte. Accommodationskrampf und Myosis sind ohne Zweifel die auffallendsten Wirkungen des Eserin, aber nicht die einzigen. von Reuss hat durch das Ophthalmometer eine Vermehrung der Hornhautwölbung, gleichzeitig mit dem Accommodationskrampf eintretend, nachgewiesen. Der Radius zeigte sich im Maximum um $^{17}/_{100}$ Millimeter verkleinert. Diese Erscheinung, welche noch weiteren Studiums bedarf, wird auf eine Druckabnahme in der Vorderkammer bezogen.

Wecker[1]), welcher dem Eserin anfänglich antiseptische Eigenschaften zuschrieb, um dessen günstigen Einfluss auf eiterige Hornhautprocesse zu erklären, kam später[2]) hievon zurück und erblickt jetzt die physiologische Grundlage jener Heilwirkungen in der Beschränkung der Diapedesis durch Gefässcontraction. Dem Glaukom gegenüber wäre diese Wirkung des Heilmittels von besonderer Bedeutung, da dessen Pathogenese vielfach mit Gefässerkrankungen und Erweiterungen in Zusammenhang gebracht worden ist. In einer vorläufigen Mittheilung geschah dies neuestens durch Brailey[3]), welcher eine starke Erweiterung der Blutgefässe des Augeninnern, hauptsächlich derjenigen, welche die Ciliargegend versorgen, als Ursache des Glaukoms beschuldigt. Er fand diese Veränderung auch da, wo die Krankheit nur von kurzer Dauer

1) »über Eseringebrauch.« Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde. XV. p. 60.

2) über den vergleichenden Gebrauch des Eserins etc. Klin. Monatsblätter XVI. p. 216.

3) zur Pathologie des Glaucoma. Centralbl. f. prakt. Augenhlk. 1879 S. 179.

gewesen war und beobachtete gleichzeitig auch bedeutende Verdünnungen der Gefässwände. Somit wäre es von besonderer Wichtigkeit, die gefässcontrahirende Eigenschaft des Eserin sicher zu stellen. Wharton Jones[1]) hat hierüber bereits Versuche gemacht und er kommt zu dem Ergebniss, dass das Calabarextract einen specifischen Reiz auf die Ringmusculatur der Venen ausübe. Er beobachtete bei direkter Application das Auftreten von Einschnürungen an Venenstämmchen bis zum varicösen Aussehen. Auf die Arterien soll Calabar nicht specifisch einwirken, sondern als allgemeiner Reiz eine kurzdauernde Contraction hervorrufen. An der Conjunctiva menschlicher Augen hat Wharton Jones die Breite venöser Gefässe gemessen, dann Calabar eingebracht und von 5 zu 5 Minuten wieder beobachtet. Sobald die Pupille sich verengerte, war auch eine merkliche Constriction der Gefässe wahrzunehmen.

Durch die Versuche von Harnack und Witkowski[2]) ist der intensiv reizende Einfluss des Eserin auf die glatte Muskulatur verschiedener Körperorgane wiederholt und unzweifelhaft sichergestellt. Auch hat Laqueur ein krankhaft erweitertes Conjunctivalgefäss unter dem Einflusse der Eserinbehandlung aus dem krankhaft injicirten Zustande zu normaler Weite und Füllung zurückkehren gesehen. Mohr beobachtete nach Einträufeln von Eserin in's normale Auge »gewisse wurmförmige Bewegungen der Retinalgefässe auf der Papille und in deren nächster Nähe«, auch Pulsation kleinerer Arterien.

Um mir selbst ein Urtheil über die gefässcontrahirende Eigenschaft des Eserin zu bilden, habe ich an einem Kaninchen, welches Herr Dr. Königshöfer in Stuttgart an einem Auge zu iridectomiren die Güte hatte, Versuche angestellt. An den Beobachtungen hat Herr Dr. Königshöfer Antheil genommen und ich bin demselben für sein gefälliges Interesse bei dieser Angelegenheit verbindlichen Dank schuldig. Dem weissen Kaninchen wurden in verschiedenen Sitzungen verschiedene Quan-

---

1) Failure of sight from railway and other injuries of the spine and head, its nature and treatment. London 1869 S. 197.

2) Archiv für experimentelle Pathologie u. Pharmakologie V. p. 401.

titäten Eserin eingeträufelt, nachdem wir uns vorher genügend über das normale Verhalten der Gefässe orientirt hatten. Ein einziger Tropfen der tausendfach verdünnten Eserinlösung reichte hin, um die Pupille ad minimum zu contrahiren, d. h. bis zur Kleinheit von 3 Millimetern Durchmesser, was auch bei stärkster Eserinisirung nicht überboten wurde. Die Pupille erschien stark Hanfkorngross, das Colobom wurde durch die Contraction der Iris in seiner Grösse nicht beeinträchtigt. An dem nicht iridectomirten Auge war die Pupille noch etwas enger. Beide Augen konnte man aber nach der Eserinisirung ebensowohl im umgekehrten als aufrechten Bilde ohne grosse Schwierigkeiten untersuchen. Unser besonderes Augenmerk war die Arteria ciliaris longa, welche mit einer oder mehreren Venen im horizontalen Meridiane verlaufend, die Choroidealgefässe rechtwinklig kreuzt. Die Resultate unserer Beobachtung waren negative. Wir stiegen allmählich bis zur Einbringung von 3 Tropfen einer 1 % Eserinlösung in jedes Auge, konnten aber niemals einen Wechsel im Lumen, eine gleichmässige oder ungleichmässige Verengerung eines Gefässes constatiren, so entschieden auch Myosis und vermehrte Refraction sich geltend machten. Dabei hatte das Eserin in Auge und Blut des Kaninchens eine Concentration erreicht, wie sie gewiss niemals bei der Glaukomtherapie eintritt. Die ausgesprochensten Vergiftungserscheinungen waren aufgetreten: Zittern, Lähmungserscheinungen, Krämpfe, Athemnoth, Speicheln und Auspressen des Kothes. Nach einigen Stunden erschien das Thier stets wieder ruhig und normal. — Aehnliche negative Erfahrungen machten wir an einem grossen Thaufrosch, dessen Augengefässe prächtig im aufrechten Bilde zu beobachten waren und welchem wir vergeblich zahlreiche Eserintröpfchen auf und unter die Nickhaut applicirten. Erst eine vergiftende Injection beeinflusste das ophthalmoscopische Bild, indem das Rinnen des Blutes sich verlangsamte und in den Gefässen zuweilen leuchtende Perlen aufzutauchen schienen, ein Phänomen, welches ich auf ungleiche Vertheilung der Blutkörperchen bezog. Das Verhalten der Blutgefässe selbst zeigte sich nicht verändert.

Obwohl mithin eine sichtbare Contraction der Gefässe durch

Eserinwirkung bei unsern Versuchen nicht zu constatiren war, halten wir dennoch diese Frage keineswegs für abgethan. Es wäre ja möglich, dass sich die Wirkung des Alkaloids in kaum sichtbarer Weise dennoch energisch geltend machte und besonders die feinsten Endverzweigungen beträfe. Ausserdem handelt es sich hinsichtlich der Functionen der Gefässwände möglicherweise weniger um Contraction und Erweiterung, als um elective Filtration, welche sehr entschieden durch Eserin beeinflusst werden könnte und zwar vielleicht wiederum durch Vermittelung von Muskelzellen. Jedenfalls bedarf die Wirkung des Eserin auf die Gefässe noch eines eingehenden besonderen Studiums. Sei sie eine directe oder eine indirecte, sie muss jedenfalls schon aus dem therapeutischen Effekt der Druckverminderung postulirt werden, denn diese letztere lässt sich nicht denken ohne Veränderungen in den Filtrationsvorgängen der Augengefässe.

Jedenfalls steht der bedeutende Einfluss des Alkaloids auf die Binnenmuskulatur des Auges ausser Zweifel und es fragt sich nur noch, in welcher Weise die glatten Muskelfasern der Gefässe an demselben Theil nehmen.

Auch hinsichtlich der Art der Reizwirkung giebt uns das Experiment werthvollen physiologischen Aufschluss über das Eserin. Harnack und Witkowski scheinen uns hinlänglich bewiesen zu haben, dass jene Reizwirkung nicht eine durch Nerveneinfluss vermittelte ist, wie sie für's Auge von Donders als auf specifische Nervenzellen im Dienste des Oculomotorius gerichtet angenommen wurde, sondern dass vielmehr eine direkte Erregung der Muskelfasern selbst vorliegt. Diese Auffassung ist durch zahlreiche Versuche an Auge, Herz und Darmkanal gewonnen worden, wobei besonders die antagonistischen Verhältnisse des Atropin, Muscarin und Eserin in die Wagschale fielen. Ist das Eserin in der That ein direktes Muskelgift, so wird die Auffassung seiner Wirkung eine einheitlichere, indem sämmtliche Binnenmuskeln des Auges von ihm gleichmässig getroffen würden, wogegen unter der Annahme vermittelnden Nervenreizes verschiedene Ursprünge in Betracht kämen. Es ist desshalb von Wichtigkeit, in den oben ge-

nannten Experimenten eine Stütze für die einfachere Anschauung zu besitzen.

Die Heilwirkungen des Eserin, die Hebung der centralen Sehschärfe und die manchmal eintretende Erweiterung des Gesichtsfeldes lassen sich ungezwungen herleiten aus dem auffallendsten physikalischen Effekt des Heilmittels, aus der Herabsetzung des krankhaft erhöhten Augendrucks, wie ja auch umgekehrt die Schädigung der Sehfunctionen auf jene glaukomatöse Spannungsvermehrung zurückgeführt wird. Die physiologische Erklärung der Heilwirkung des Eserin fällt also zusammen mit der Beantwortung der Frage: Auf welche Weise setzt das Eserin den krankhaft erhöhten Augendruck herab?

Fragen wir uns zunächst, wie das Alkaloid auf das physiologische Auge hinsichtlich des intraoculären Druckes einwirkt. Weber giebt hierauf die Antwort, dass das Eserin im normalen Auge den Druck in der Vorderkammer herabsetze, im Glaskörperraume aber erhöhe, eine Anschauung, welche durch die Wirkungen des Mittels auf den Accommodationsapparat und die Pupille begründet wird und welche an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn ihr die betreffenden Wirkungen des normalen Accommodationsvorganges an die Seite gesetzt werden. Auch bei diesem wird der Druck im hinteren Bulbusabschnitte sehr wahrscheinlich vermehrt und es verbindet sich hiemit eine Herabsetzung des Druckes in der Vorderkammer, wenn auch der exacte Nachweis durch Manometer und Tonometer für keines von Beiden bisher hat geführt werden können. Nagel [1]) hat hiefür einen Grund geltend gemacht, welcher ihm jeden Zweifel zu heben scheint: es ist das Auftreten der gleichen entoptischen Erscheinungen durch kräftige Accommodationsanspannung, wie sie durch direkte Drucksteigerung mit dem Finger hervorgerufen werden. Da das Eserin eine kolossale Accommodationsanspannung bewirkt, so liegt es allerdings nahe, im Glaskörperraume des physiologischen Auges eine wenigstens primäre Druckerhöhung nach Eserin annehmen, also gerade den-

1) Die Anomalieen der Refraction und Accommodation des Auges. Gräfe u. Sämischs Handbuch der ges. Augenheilkunde VI. S. 472.

jenigen Zustand, welchen wir durch das Heilmittel beseitigen wollen. Dieses seltsame, übrigens ja noch hypothetische Verhältniss darf nicht zu sehr überraschen. Gewisse Symptome schlagen leicht in ihr Gegentheil um, wenn die Bedingungen auch nur unbedeutend variiren. Vielletcht verhält es sich auch hier so und dann würden die Gegensätze der gesteigerten und geminderten Spannung des Auges auf nahe zusammenliegende anatomische Verhältnisse zurückzuführen stnd. Uebrigens lehnt unsere Frage an ein feststehendes therapeutisches Factum und es kann sich nur um eine scheinbare Paradoxie handeln.

Wie im gesunden, so erzeugt das Eserin auch im glaukomatösen Auge Myosis und Accommodationsspasmus, die intraoculare Gefässcontraction mag als eine vorerst noch offene Frage betrachtet werden.

Die Myosis beobachten wir direkt und den Accommodationskrampf erschliessen wir aus der Veränderung der optischen Einstellung. Ist nun auch eine direkte Beziehung der intraocularen Muskeln zum intraocularen Druck für's physiologische Auge nicht nachgewiesen; so dürfen wir doch das glaukomatöse Auge nicht mit demselben Massstabe messen, da im pathologischen Zustande der Gesammteffekt der nur wenig abgeänderten Functionen sich ausserordentlich verschieben kann und speciell für's Glaukom Anhaltspunkte in dieser Beziehung vorliegen. Hieher scheint mir zum Beispiel die Thatsache zu gehören, dass glaukomatöse Insulte besonders gerne in der Reconvalescenz von fieberhaften Krankheiten auftreten, wo die Körpermuskulatur überhaupt sich in degenerativer Veränderung findet. Es wäre also zwar im gesunden Zustande keine bedeutende Beeinflussung des intraocularen Druckes durch die Binnenmuskeln anzunehmen; sie liesse sich aber leicht denken, wenn eine vermehrte Labilität und Verschiebung der Functionen gleichzeitig mit Abschwächung der Muskelfasern eingetreten ist.

Worin sollten wir auch die antiglaukomatöse Heilwirkung des Eserin begründet glauben, als in seinen nachweisbaren und einzig nachweisbaren physiologischen Wirkungen?

Um eine andere Hypothese zu begründen, müsste eine wei-

tere noch unbekannte Kraft der Calabarbohne angenommen werden, wozu solange kein Grund vorliegt, als die Thatsachen durch obige Annahme genügend erklärt oder wenigstens wahrscheinlich gemacht werden. Indessen haben verschiedene bereits vorliegende Erklärungsversuche einzelne Effekte jener muskelcontrahirenden Gesammtwirkung besonders betont, ohne die Frage so allgemein gefasst und beantwortet zu haben, wie wir es vorerst für am zweckmässigsten halten. Man hat die Iris bei der Eserintherapie eine grosse Rolle spielen lassen. Eine experimentelle Arbeit von Deutschmann [1]) weist die Bedeutung derselben nach in Bezug auf Blutergüsse in die vordere Kammer. Diese Seite der Eserinwirkung bezieht sich zwar nicht auf das Glaukom, aber man könnte doch daran denken, Deutschmann's Beobachtungen auch hiefür zu verwerthen, weil sie gerade die Myosis in den Vordergrund stellen und damit die Vergrösserung der resorbirenden Irisoberfläche. Allein alle weiteren Erwägungen, welche sich in diesem Sinne hier anschliessen könnten, scheinen uns ziemlich abgeschnitten durch die Thatsache, dass das Glaukom in der Iridektomie ein Heilmittel findet, in einem Eingriffe, der einen ansehnlichen Theil der Membran entfernt, wodurch also gerade das Gegentheil von Vergrösserung der resorbirenden Oberfläche erreicht wird. Wenn nun bei der Heilwirkung des Eserin im Glaukom die Vermehrung der resorbirenden Oberfläche der Iris (die übrigens gleichzeitig eine Vermehrung der secernirenden Fläche bedeutet) nicht oder kaum in Betracht kommt, so könnte auf die Entfaltung und Streckung der Irisgefässe und die dadurch erleichterte Circulation Werth gelegt werden, namentlich in Rücksicht auf die von Exner [2]) hervorgehobene Bedeutung leichterer Blutcirculation und die anerkannte Thatsache der

---

1) Klinische und experimentelle Beiträge zur Resorption pathologischer Inhaltsmassen in der vorderen Augenkammer. Archiv f. Ophth. XXIV. 2. p. 213.

2) Sitzungsber. der k. k. Akademie der Wissenschaften 65. Bd. Mai 1872 und Med. Jahrbücher der Gesellsch. der Wiener Aerzte 1873 p. 52.

Stauungen im intraocularen Venenbereiche. In dieser Hinsicht würde die Eserinwirkung mit Exner's Theorie von der Heilwirkung der Iridectomie übereinstimmen.

A. Weber und von Wecker schreiben der Iriscontractraction unter Eserinwirkung eine hervorragende Rolle bei der Glaukomtherapie zu. Ersterer nimmt auch, wie bereits erwähnt, für das physiologische Auge eine bedeutungsvolle Beeinflussung der Spannung durch Eserin in Anspruch. Es soll den Druck in der vorderen Kammer herabsetzen, im Glaskörperraume erhöhen. Diese Wirkung ist als eine secundäre, von dem Einfluss auf den Accommodationsapparat abhängige dargestellt. Durch die bedeutende Anschwellung des Ciliarkörpers soll der Inhalt des Bulbus vergrössert werden, indess gleichzeitig durch die Anspannung des Tensor choroideae die Aderhaut von ihrer Kugelgestalt verliere, so dass also zugleich zwei Kräfte einen Druck auf den Glaskörper ausüben. Auf die Vorderkammer könne sich aber die Drucksteigerung nicht fortsetzen, weil die Iris durch ihre Spannung den sich nach vorn drängenden Ciliarkörper zurückhält. So entstünde eine relative Druckdifferenz, wobei das Minus auf Seite der Vorderkammer ist. Aber auch die kuppelförmig nach vorn gehobene Irisfläche strebt bei ihrer Spannung in die Basis der Kuppel zurückzutreten, dadurch wird die Linse etwas zurückgedrängt und der Druck in der Vorderkammer auch absolut herabgesetzt.

Sicher scheint die von von Reuss constatirte Vermehrung der Hornhautwölbung für Druckherabsetzung in der Vorderkammer durch Eserin zu sprechen.

Um die von Weber postulirte absolute Druckherabsetzung zu bewirken, wäre der entlastende Einfluss des Irisdiaphragma nach meiner Ansicht nicht nothwendig anzunehmen.

Von der Flächenspannung der Membran erwartet Weber sehr grosse Dinge. »Die durch Calabar tetanisirte Iris leistet dem heftigsten glaukomatösen Drucke des Glaskörpers Widerstand.« Mir scheint dies doch zu viel verlangt. Befindet sich die Iris in normaler Lage, also in einer frontalen Fläche ausgespannt, und nur ganz leicht gegen ihr Centrum hin vorgewölbt, so erschöpft sich auch die Wirkung ihres Sphincters in

der Ausspannungsebene, ohne nach anderen Richtungen hin einen irgend erheblichen Druck auszuüben. Ist beim Glaukom die Vorderkammer abgeflacht und die Iris nach vorn getrieben, so wird zwar jetzt, dem Winkel entsprechend, welchen die Irisradien zur Frontalebene bilden, eine gewisse Componente der Sphincterkraft ausserhalb der Fläche der Membran fallen und einen Druck nach rückwärts ausüben. Dies kann aber immer nur einen kleinen Theil der von der ganzen Membran aufzuwendenden Kraft ausmachen und, wie mir scheint, nicht die von Weber geforderte Wirkung verursachen.

Eine andere und sehr hervorragende Bedeutung der Eserinmyosis ist durch die erst in den letzten Jahren festgestellten pathologischen Befunde in der Gegend des Iriswinkels glaukomatöser Augen in den Vordergrund getreten.

Durch die Untersuchungen von Knies [1]) ist für sehr viele Fälle primären und secundären Glaukoms die ringförmige Verwachsung der Irisperipherie mit der Cornea, das Vorhandensein von Entzündungserscheinungen in der Umgebung des Schlemm'schen Kanals und die Obliteration des Fontana'schen Raumes festgestellt.

Schnabel [2]) hat zwar gegen die Bedeutung dieser Funde Einsprache erhoben, allein jene mag recht wohl eine secundäre und die periphere Verklebung der Iris und Cornea Folge des Druckes sein, den die gespannte Flüssigkeit der hinteren Kammer auf die Irisperipherie nach vorn ausübt; dass aber diese Verwachsung und der Verschluss des Fontana'schen Raumes nicht wieder ein wirksames Glied in der Kette des glaukomatösen Circulus vitiosus darstellen könne, dies hat Schnabel nicht erwiesen.

Die hauptsächliche Wirkung der Pupillarverengerung soll nun nach Weber darin liegen, dass die Lymphräume des trabekulären Gewebes, welche den Iriswinkel einnehmen und diese Gegend für den intraocularen Druck so bedeutungsvoll machen, durch das Loslösen der Irisperipherie von der

---

1) »Ueber das Glaukom.« Archiv f. Ophth. XXIII. 2. p. 62.
2) Archiv f. Augen- u. Ohrenheilkunde VII. p. 111.

Cornea, wie es bei kräftiger Myosis erreicht wird, wieder aus ihrem comprimirten und verlegten Zustande befreit werden und damit ihrer ursprünglichen Bestimmung, Filtrationswege für die Augenflüssigkeiten zu sein, wieder genügen können. Diese Freilegung der Filtrationsspalten des Ligamentum pectinatum geschieht unter gleichzeitiger Einwirkung der Circulärfasern des Ciliarmuskels, welche die venösturgescirenden nach aussen drängenden Ciliarfortsätze von ihrer Anlagerung an die Cornea abhalten.

Während so das Eserin nach Weber durch Ciliarmuskelkrampf (und Myose) den Druck im Glaskörperraume nothwendig erhöht, öffnet es gleichzeitig die Abflusswege für die gepressten Augenflüssigkeiten und steuert selbst den mechanischen Folgen seiner physiologischen Wirkung durch eine weitere mechanische Consequenz derselben.

Nehmen wir aber auch die druckerhöhende Primärwirkung des Eserin als nicht erwiesen an, so begreifen wir doch dessen Einfluss auf's glaukomatöse Auge unter Voraussetzung der Neubahnung der Filtrationswege um so besser, je entschiedener die Drucksteigerung ausgesprochen ist, weil sie sich um so begieriger einer Ausgleichung durch die neu eröffneten Wege zuwenden wird.

Dass aber zwischen der pupillenverengernden und der druckreducirenden Wirkung des Eserin eine gewisse, wenn auch beschränkte, Unabhängigkeit existirt, worauf wir schon früher hingewiesen haben, dies zeigt uns, dass auch diese Erklärung der Heilwirkung des Mittels Beschränkungen unterliegt, und es gilt das besonders in Rücksicht auf jene Fälle, wo der Druck schon abnimmt, die Arterienpulsation an der Papille schon aufgehört hat, ehe eine irgend beträchtliche Myosis eingetreten ist. Doch halten sich hier die Verhältnisse in subtiler Weise die Wage. Soviel scheint uns aber festzustehen, dass die Iriscontraction bei vielen Fällen von grosser Bedeutung für die Heilwirkung des Eserins ist — wenn auch vielleicht nur als Massstab für die gleichzeitig hervorgerufene Contraction der übrigen intrabulbären Muskulatur.

Auf das rein mechanische Freilegen des Iriswinkels mittelst der Contraction des Sphincters und das Zurückdrängen des Linsenrandes, auf welchem die Iris anliegen bleibt, in Folge der Contraction des orbiculären Theiles des Ciliarmuskels führt auch von W e c k e r die Heilwirkung des Eserin im Glaukom zurück, doch hebt er die Zusammenziehung aller Gefässe des Auges sowie eine hierdurch erzielte Verminderung der Secretion als an der Druckverminderung Antheil nehmende Effekte der Eserinwirkung hervor. Noch einmal glaube ich es hier betonen zu sollen, dass mir der Schlüssel zur physiologischen Erklärung der Eserinheilwirkung nicht in der Hervorhebung dieses oder jenes einzelnen physiologisch constatirten Momentes der Eserinwirkung zu liegen scheint, sondern in der Gesammtauffassung dieses mächtigen Muskelreizmittels als eines alle contractilen intraocularen Fasern beeinflussenden Agens. Dieser allgemeinere Gesichtspunkt kann wohl schon jetzt mit Bestimmtheit vertreten werden, während der Nachweis, welche Rolle die einzelnen Abtheilungen der Binnenmuskeln dabei übernehmen, erst noch geführt werden muss. An diesen physiologischen Gesichtspunkt schliesst sich der früher aufgestellte therapeutische eng an und die dort besprochenen thatsächlichen Verhältnisse können manche Bestätigung für unsere physiologische Auffassung liefern. —

Es sei mir schliesslich noch erlaubt, einige Bemerkungen über die Glaukomfrage hier einzufügen und dabei die Anschauungen zur Geltung zu bringen, welche sich aus der Betrachtung des besprochenen Materials und aus den entwickelten Gesichtspunkten für mich ergeben haben. In den Vordergrund aller bezüglichen Betrachtungen tritt jetzt mehr und mehr die Drucksteigerung als charakteristisches Zeichen des Glaukoms. Es ist eigentlich dahin gekommen, dass man bei Nennung des fraglichen Krankheitsprocesses zunächst von jeder Pathogenese absieht und sich einen Complex von Symptomen vorstellt, der mit der Drucksteigerung beginnt und ihre Consequenzen einschliesst. Welche Umstände die Drucksteigerung hervorgerufen haben mögen, darüber legt man sich eigentlich nur bei den sogenannten Secundärglaukomen die Frage vor und sie lässt

sich auch nur hier beantworten, obgleich nicht in ihrer tieferen Bedeutung. Dass eine so einheitliche Auffassung des Glaukombegriffs sich vorbereitet hat, eine Auffassung, welche den Krankheitsprocess nach dessen wichtigstem Symptome bezeichnet, ist in Rücksicht auf die allgemeine Verständigung gewiss erfreulich, wenn auch die tiefere Erkenntniss der Erkrankung dadurch in keiner Weise gefördert worden ist, vielmehr ein gewisser oberflächlicher symptomatischer Charakter dieser Anschauung nicht abgesprochen werden kann. Bleibt man sich dessen aber stets bewusst, so ist die Abwesenheit einer ursprünglich pathogenetischen Bedeutung jener Bezeichnung doch auch als ein Gewinn zu betrachten der alten Anschauung gegenüber, welche mit dem Glaukombegriff eine bestimmte essentielle Auffassung verband und mit dem stets gleichen Symptom stets denselben pathologischen Grundvorgang vereinigt wähnte. Der Vorzug unserer jetzigen Definition liegt eben darin, dass das wesentliche Symptom und sein Folgezustand als Wirkungen beliebiger Ursachen gedacht werden können. Wir möchten das physikalische Symptom der Drucksteigerung mit dem der Temperatursteigerung vergleichen. Es wäre eine sehr niedrig stehende Pathologie, welche sich mit der Erkenntniss der das Fieber charakterisirenden physikalischen Einheit begnügte, ohne die sichtbare Mannigfaltigkeit ihrer Ursachen zu berücksichtigen. Die Anwendung auf den Glaukombegriff liegt nahe, allein die Pathogenese dieses Symptoms ist noch schwieriger zu erforschen als die des Fiebers, welche wenigstens in ihren materiellen Folgen vielfach leicht verfolgt werden kann. Aber bis ins therapeutische Gebiet tritt uns die Aehnlichkeit beider Begriffe entgegen und von der Fiebertherapie kann ebenso treffend gesagt werden, was Weber in Bezug auf's Glaukom bemerkt: Die Angriffe sind nicht auf die Veranlassungen, sondern auf die Durchbrechung der Kette zwischen diesen und ihren Wirkungen gerichtet.

Es ist zwar nicht wahrscheinlich, dass es so viele Glaukomursachen giebt, als Fieberursachen existiren, aber sie recht zahlreich zu denken bringt den Vortheil, die verschiedenartige Reactionsweise glaukomatöser Augen gegen Iridectomie und

Eserin begreifen zu lernen. Dies gilt auch für die Glaukome einer einzigen Classe, z. B. für die Fälle von Glaucoma simplex, welche von Gräfe schon in diesem Sinne in Gruppen ordnete; ja er nannte das Glaucoma simplex geradezu »ein Secundärglaukom mit verschiedener oder wenigstens verschieden localisirter intraocularer Ursache.« Aus der »fast gesetzmässigen« Gleichartigkeit der Heilwirkung der Iridectomie beim entzündlichen Glaukom wird aber noch nicht einmal geschlossen werden dürfen, dass hier stets derselbe pathologische Process zu Grunde liege, denn die Iridectomie bezieht sich nicht direkt auf diesen, sondern auf seine drucksteigernde Consequenz und diese könnte auch unter der Form des entzündlichen Glaukoms aus verschiedenen ursächlichen Processen erwachsen. In solchem Sinne wären alle Glaukome Sekundärglaukome, weil sie alle secundäre Zustände unter einheitlicher physikalischer Erscheinungsform repräsentiren.

Mit dieser Auffassung vom Wesen des Glaukoms an die verwirrende Fülle literarischer Arbeiten über unsern Gegenstand herantretend, erblicken wir manche Verhältnisse der Glaukomlehre in befriedigendem Einklange. Die von den verschiedenen Autoren bezeichneten Ursachen der Erkrankung und die sich befehdenden pathologischen Darlegungen erscheinen nicht mehr im Wettstreite ausschliesslichen Vorrechts, sondern die da und dort einseitig betonten Befunde erscheinen als gegenseitig sich ergänzende Beobachtungen, sie werden ihres zugewiesenen Ranges, grundlegende Bedeutung für den Glaukomprocess zu besitzen, entkleidet und repräsentiren sich als Folgezustände, welche aber auch als solche noch die verderbliche Kette zusammenhängender Glaukomursachen fester schliessen können. Die Erfolge der Therapie werden in ihrer Verschiedenheit verständlich und nicht mehr muss es ein und derselbe specielle Eindruck des Heilmittels auf's Auge sein, welcher die Herabsetzung des Druckes bewirkt.

Werfen wir einen Blick auf die eigentlich grundbedeutende Aetiologie des Glaukoms, so müssen wir sagen, dass von der arthritischen Ophthalmie der alten Autoren bis zur Secretionsneurose Donders' und bis zu den neuesten Ansichten über

die Pathogenese der fraglichen Krankheit nicht alle Schritte die Wissenschaft vorwärts geführt haben. Doch muss auf's Neue mit ihnen gerechnet werden, selbst mit jener ältesten Auffassung, wenn man berücksichtigt, dass sie sich in den Ausdruck ihrer Zeit kleidet und dass auch von neueren Autoren häufig auf den Zusammenhang des Glaukoms mit constitutionellen Verhältnissen aufmerksam gemacht worden ist. Seit Cohnheim auf die Ernährungsverhältnisse der Gefässwände ganz neue Auffassungen vieler pathologischer Verhältnisse gründen konnte, müssen jene Fragen in solchem Lichte betrachtet werden und speciell gilt dies für's Glaukom, dessen Pathogenese bis auf die neueste Zeit mit Entzündungszuständen und Circulationsstörungen im Uvealtractus in Zusammenhang gebracht worden ist. Freilich werden wir damit vielfach vom Innern des Bulbus auf extraoculare Ursachen und von der Gefässwand auf das Blut, welches sie ernährt, hingewiesen.

Bei der interessantesten aller ätiologischen Glaukomhypothesen gestatte man mir noch einige Augenblicke zu verweilen. Die Donders'sche Secretionsneurose sollte, wie alle nicht mechanischen Glaukomtheorieen überhaupt, von Weber in seiner Deduction des Glaukomprocesses principiell in den Bereich der Unmöglichkeit verwiesen werden. Weber spricht den gewiss richtigen Satz aus, dass beim Glaukom eine mechanische Ursache von dauernder Wirkung anwesend sein müsse, weil vitale Kräfte sich bei dem Acte der Drucksteigerung bald erschöpfen. Dass solche mechanische Kräfte mitwirken müssen, den Process dauernd zu unterhalten, ist unzweifelhaft, dass sie aber schon im Beginne der Erkrankung zugegen seien, ist höchst unwahrscheinlich. So lange jene vitalen Kräfte nicht ermüden, genügen sie ja, um den Druck auf eine maximale Höhe zu heben und ihn hier zu erhalten.

Inzwischen hat sich — vielleicht eben durch die Compression des Gewebes am Irisursprunge — eine mechanische Ursache herausgebildet, welche die Druckerhöhung zur dauernden gestalten kann. Ist dies aber nicht geschehen, so geht mit der Erschöpfung jener vitalen Kräfte der Druck wieder zurück, ein Verlauf, der ganz dem Bilde des akuten glaukomatösen In-

sults, beziehungsweise der prodromalen Drucksteigerungsperioden, entspricht, und gerade diese Fälle dürften schwer zu erklären sein, wenn man der Vergänglichkeit mancher Anfälle gegenüber sogleich eine dauernd wirkende Ursache statuiren wollte. Von dem Gewichte der Weber'schen Deduction wird also die Neurose, insoferne sie den Anstoss zur Erkrankung geben könnte, nicht getroffen. Nervöse Einflüsse sind ja auch durch den nachweislichen Eindruck der Gemüthsbewegung auf prädisponirte Augen festgestellt und den Augendruck beeinflussen die vasomotorischen (bez. secretorischen) Nerven ganz unzweifelhaft, wie unter Anderm aus den in unserer Tübinger Augenklinik beobachteten, von Schliephake[1]) und Heimann[2]) veröffentlichten Fällen hervorgeht[3]). Diese unzweifelhaften Neurosen

1) Zur Kenntniss der vasomotorischen und secretorischen Neurosen des Auges. Knapp's Archiv f. Augen- u. Ohrenheilk. V. p. 286.

2) Weitere Beiträge u. s. w. ebenda p. 303.

3) Wir werden hieran besonders durch einen von Pagenstecher (Ueber die Massage des Auges« Centralblatt f. d. prakt. Augenhlk. 1878 p. 281) neuerlich beobachteten Fall von Hypotonie erinnert, welcher sich an die im Texte erwähnten Fälle eng anschliesst; nur wurde in den letzteren die Pupille constant eng gefunden, während Pagenstecher sie mittelweit angiebt. — Auch der Einfluss des Massirens — wenn man von dieser speciellen Bezeichnung absieht — auf den intraocularen Druck ist schon in der Tübinger Klinik bemerkt worden. In der 10. Beobachtung, welche Schliephake mittheilt, heisst es: »Anscheinend bewirkten bei wiederholten Untersuchungen die hiezu erforderlichen Manipulationen eine Vermehrung der Spannung und Ausgleichung der Differenz in beiden Augen«. — Welcher Anwendung die Massage im weitesten Sinne des Wortes noch fähig sein könnte, ergiebt sich, beiläufig bemerkt, aus einer Beobachtung des Herrn Professor Nagel, deren Kenntniss ich den klinischen Vorträgen meines verehrten Lehrers verdanke. Es handelte sich um eine ganz frische doppelseitige Iritis plastica mit massenhafter Synechieenbildung, bei deren Behandlung, nachdem auf Atropineinträufelungen die Pupillen sich in den ersten Stunden nur sehr wenig erweiterten, bereits eine ernstere Prognose sich nahe legte, als Herr Professor Nagel zu seiner Ueberraschung plötzliches gleichmässiges Weitwerden einer Pupille mit Sprengung sämmtlicher Synechieen unmittelbar nach Betasten des Auges wahrnahm. Er übte jetzt auf den andern Bulbus absichtlich und unter gespannter Aufmerksamkeit einen Druck aus. Unter seinen Augen sprang die Pupille unter Zurücklassung von Pigmentspuren in den gleichmässig erweiterten Zustand über; alle Ver-

bieten nicht nur durch die bestehende Hypotonie, sondern auch durch das Verhalten der Pupille einen gewissen Gegensatz zum Glaukom, so dass gerade wegen der Durchführung dieses antagonistischen Verhältnisses eine physiologische Verwandtschaft in den Kreis der Möglichkeiten rückt. Dass glaukomatöse Zustände auch durch eine Neurose bedingt sein können, ist eine Annahme, welche die mechanische Glaukomtheorie meines Erachtens nicht beseitigt hat.

Wir fragen uns schliesslich noch einmal, was auf Grund der vorgebrachten physiologischen und klinischen Thatsachen speciell zur theoretischen Aufklärung der Eserinwirkung ausgesagt werden kann, und in welchem Verhältnisse diese zum glaukomatösen Krankheitsprocesse stehen mag.

Es wird sich als Resultat unserer Auseinandersetzungen anführen lassen: Das Eserin verdankt seine therapeutischen Erfolge dem Umstande, dass es — wie im physiologischen Auge — die intrabulbäre glatte Muskulatur in tetanische Contraction zu setzen vermag und auf diese Weise theils durch Anspannung der Iris unter Mithilfe des erregten Krampfes des Ciliarmuskels, theils vielleicht auch durch Contraction der Gefässe, eine Herabsetzung des Augendruckes bewirkt. Geschieht dies durch Tetanisirung der glatten Muskelfasern, so müssen die letzteren nothwendig zum intraocularen Drucke in functioneller Beziehung stehen, sei diese Beziehung auch eine sehr indirekte und nur im glaukomatösen Auge hervortretende. Weil aber die Contraction der Fasern von einer Heilwirkung begleitet ist, so lässt sich schliessen, dass eine Functionsstörung, eine krankhafte Erschlaffung der intraocularen Muskulatur oder eines Theils derselben die glaukomatöse Drucksteigerung wenigstens begünstigt und in diesem Sinne wird auch das lähmende Atropin bei glaukomatöser Anlage den Ausbruch des Insultes ausnahmsweise herbeiführen können. In der Contraction der Gefässe, des Ciliarmuskels und

klebungen waren plötzlich gerissen. — Von Wecker ist die Bedeutung der Massage für Glaukom hervorgehoben worden.

der Iris liegt also wohl eines jener Momente, welche man als regulatorische in Bezug auf den Augendruck postulirt hat, ein Moment, das sich mit anderen zur Herstellung einer mittleren Spannung vereinigt und dessen Abschwächung oder Ausschaltung das Gleichgewicht zu Gunsten der glaukomatösen Disposition verschiebt.

Beim Ausbruch und andauernden Bestehen eines Glaukoms wird durch verderblichen Kreislauf der Wirkungen gerade dieses regulatorische Moment noch mehr zurückgedrängt, weil der Ciliarmuskel der Compression und Atrophie, die Iris der Lähmung und Atrophie verfällt. Gelingt es aber einem intensiven Reize, diese Organe sammt den Aderhautgefässen wieder zur Contraction zu bringen, so kann dadurch eine vorübergehende oder dauernde Herabsetzung des Augendruckes erreicht werden je nach der Intensität und Ausdehnung des örtlichen Processes und je nach dem Grade und der Dauer der Reizbarkeit, welch' letztere Momente wieder von der Integrität und dem Ernährungszustande der Muskelfasern abhängen.

Ich kann diese Arbeit nicht abschliessen, ohne meinen verehrten Lehrern, Herrn Professor Dr. Nagel und dessen Assistenzarzt Herrn Dr. Schleich für vielfache freundliche Unterstützung und Anregung verbindlichen Dank zu sagen.

Die Absorptionsspektren kobaltblauer Gläser.

Von

Dr. **Schleich**,
Assistenzarzt der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen.

Seit der Abhandlung von Böhm »Die Therapie des Auges mittelst des farbigen Lichtes. (Berlin 1862)«, in welcher dem blauen Lichte die verschiedenartigsten specifischen heilkräftigen Wirkungen auf das Auge zugeschrieben werden, sind die blauen Brillen in ihren verschiedenen Nüancen in ausgedehntester Weise in der Augenheilkunde in Anwendung gebracht worden. Die Fälle, in denen der Gebrauch blauer Gläser ganz eclatante therapeutische Erfolge aufzuweisen hat, stehen nicht vereinzelt da. Wiederholt habe ich bedeutende Besserung der Sehschärfe, sofortiges Verschwinden selbst höhergradigen Accommodationskrampfes durch einfaches Vorhalten blauer Gläser, und zwar besonders der helleren Nüancen derselben zu beobachten Gelegenheit gehabt. So zweifellos derartige merkwürdige günstige Wirkungen der Anwendung blauer Gläser nicht so gar selten vorkommen, so wenig haben wir sichere Anhaltspunkte für deren Erklärung. Wir bewegen uns hier auf einem unsicheren Boden, dem sowohl eine physikalische als auch eine physiologische sichere Grundlage abgeht, so dass die Indicationen für die Anwendung blauer Gläser keineswegs allgemein anerkannt sind und von Einzelnen (Magnus[1]) dieselben bei bestimmten krankhaften Zuständen geradezu für schädlich erachtet, und statt der blauen Brillen, die grauen, die sogenannten Rauchgläser, empfohlen und in Anwendung gebracht werden.

1) Die Bedeutung des farbigen Lichtes für das gesunde und kranke Auge von Dr. H. Magnus. Leipzig. 1875.

Ueber unsichere theoretische Raisonnements ist man in dieser Frage wenig hinausgekommen und es scheint der Grund hiefür vor allem darin zu liegen, dass es bisher an genauen Untersuchungen über die Einwirkung blauer Gläser auf die einzelnen Bestandtheile des gemischten weissen Lichtes beim Durchgange des letzteren, d. h. an Untersuchungen über die Stärke der Lichtabsorption in den einzelnen Bezirken des durch die blauen Gläser modificirten Spektrums gefehlt hat.

Die Kenntniss der physikalischen Eigenschaften der blauen Gläser in der genannten Beziehung muss wohl die erste Grundlage für eine richtige Würdigung der Heilwirkung derselben abgeben. Wenn nun auch Böhm [1]) schon die absorbirende Wirkung der blauen Gläser auf einzelne Theile des Spektrums constatirt, und Valentin [2]), Chevalier [3]), Dobrowolsky [4]), Javal [5]) u. a. sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, so sind doch die Untersuchungen v. Vierordt's [6]) die ersten und einzigen, in denen eine exacte Photometrie der Absorptionsspektren kobaltblauer Gläser ausgeführt worden ist.

Unter der gütigen Anleitung Prof. v. Vierordt's habe ich eine Serie von sieben blauen planparallelen Gläsern verschiedener Intensität spektroskopisch untersucht.

Die Resultate meiner Untersuchungen, die in dieser vorläufigen Mittheilung nur in aller Kürze aufgeführt sind, sind mittelst des Petroleumflammenspektrums gewonnen. Der Grund,

---

1) l. c. p. 29 u. flgd.

2) Der Gebrauch des Spektroskops zu physiologischen und ärztlichen Zwecken. Leipzig und Heidelberg. 1863.

3) A. Chevalier. Sur les modifications de la lumière chromatique à travers les verres colorés employés en oculistique. Acad. des Sciences. Comptes rendus vol. 76 p. 177.

4) W. Dobrowolsky. Les verres dites »fumés« etc. Annales d'oculist. T. 70. p. 156—160.

5) Gazette des Hôpitaux Nro. 14. 1877.

6) Die Anwendung des Spektralapparats zur Messung und Vergleichung der Stärke des farbigen Lichts. Tübingen 1871. und die Anwendung des Spektralapparats zur Photometrie der Absorptionsspektren. Tübingen. 1873.

warum das Petroleum- und nicht das Sonnen-Spektrum hiezu gebraucht wurde, liegt darin, dass erstere eine viel constantere und ganz besonders viel leichter zu beschaffende Lichtquelle abgibt. Die Unterschiede zwischen Sonnen- und Petroleum-Spektrum, abgesehen von den sehr bedeutenden Helligkeits-differenzen, sind von v. Vierordt ausführlich (l. c.) dargestellt und auch die Vorzüge der letzteren für derartige Untersuchungen besprochen. Die Verwerthung meiner Resultate wird hiedurch nicht wesentlich beeinträchtigt.

Die v. Vierordt'sche Methode[1]) beruht darauf, »dass man »in bekannter Weise die eine Hälfte des Spektralapparats mit- »telst des diaphanen Mediums, also in unserem Falle, mittelst »blauer Gläser, deren lichtabsorbirende Kraft bestimmt werden »soll, verdeckt. Die andere Hälfte wird freigelassen, so dass »zwei Spektren zur unmittelbaren Vergleichung übereinander- »liegen: das in allen seinen Bezirken lichtschwächere Absorptions- »spektrum und das reine Spektrum der beiden Spektren ge- »meinsamen Lichtquelle. Zwei im Ocular des Beobachtungs- »fernrohrs an der Stelle des Fadenkreuzes befindliche, undurch- »sichtige Schieber gestatten die vollständige Abblendung des »Spektrums mit Ausnahme des eben zu untersuchenden Bezir- »kes. Man hat die Aufgabe, die Lichtstärke des reinen Spek- »trums derjenigen des Absorptionsspektrums gleichzumachen, »d. h. erstere bis auf den geforderten Punkt abzuschwächen«, »und zwar durch Veränderung der Weite der Eintrittsspalten.« Zu diesem Zwecke können beide Spalthälften beliebig weit gemacht werden und mittelst einer sehr einfachen Vorrichtung kann an einer (in 100 Theile getheilten) Trommel die relative Weite der Eintrittspalten des reinen Spektrums und des Absorptionsspektrums, und somit auch die relative Menge des nach dem Durchgange durch den durchsichtigen Körper noch übrig gebliebenen Lichtes in dem untersuchten Spektralbezirk bestimmt, und die Lichtschwächung durch den absorbirenden Körper in Procenten unmittelbar abgelesen werden. Ueber die

---

1) l. c. p. 1 u. flgdd.

Details der Methode, über die möglichen Fehlerquellen und die nöthigen Cautelen mögen die genannten Abhandlungen v. Vierordt's nachgelesen werden. v. Vierordt hat mittelst seiner Methode auch die lichtschwächende Kraft bestimmter Rauchgläser gemessen und das bemerkenswerthe bis dahin unbekannte Resultat gefunden, dass dieselben in einzelnen Bezirken des Spektrums eine verschiedene und zwar eine vom Roth nach dem andern Ende des Spektrums hin zunehmende lichtschwächende Kraft haben. Das Ergebniss dieser Messung finde hier seine Stelle [1]):

Tabelle 1.

Spektralbezirk.	Lichtstärke nach Durchgang durch 1. Rauchglas in %.
A—a	83.1
a—B22C	78.1
B22C—C15D	66.23
C15D—C65D	59.76
C65D—D11E	57.62
D11E—D50E	54.38
D50E—D87E	52.46
D87E—E26F	51.17
E26E—E63F	50.30
E63F—F	49.31
F—F21G	47.22
F21G—F44G	43.36
F44G—F65G	40.00

Diese Resultate der Untersuchung von Vierordt's sind auf der Curventafel (p. 210. k′) verzeichnet.

Die folgende Tabelle gibt die Resultate meiner Messungen. In der ersten Columne sind die Lokalitäten des Petroleumspektrums, auf die grossen Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspektrums bezogen, verzeichnet. In den folgenden Columnen ist die lichtschwächende Kraft der verschiedenen Gläser von dem dunkelsten (I) bis zum hellsten (VII) in % der Lichtstärke der entsprechenden Bezirke des reinen Petroleumspektrums aufgezeichnet.

1) cf. l. c. p. 12.

Tabelle 2.

Spektralbezirk.	Lichtstärke nach Durchgang durch die blauen Gläser in %.						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
A—A50a	82.5	92.5	88	87			
A50a—a	79	87.5	83	86	95		
a—a40B	62.5	72.5	80	85	81	95	
a40B—a80B	42	43	78	85	80	85	98
a80B—B14C	16	20.5	62	66	71	82	96
B14C—B43C	9.75	14	43	46	58	69	90
B43C—B71C	9.25	12	36	36	54		
B71C—C	9	11.5	33	36	50	65	85
C—C14D	9	11.5	33	35	48		
C14D—C28D	9	11.25	32	33	46		84
C28D—C43D	8.75	11	32	33	44	62	82
C43D—C57D	8 5	10.75	32	32	43		80
C57D—C71D	8.5	10.5	31	32	42	61	78
C71D—C86D	8.75	10	30	32	41	60	77
C86D—D	9	11	31	33	44		77
D—D10E	9.5	12.5	34	36	49	62	80
D10E—D20E	10.5	15.5	35	40	54	65	86
D20E—D30E	11.25	16.5	41	42	57		88
D30E—D40E	12	17	44.5	46	62	72	90
D40E—D50E	11.75	16.5	45	46	60		92
D50E—D60E	11.25	16	44	46	59	69	92
D60E—D70E	10.75	14.5	42	44	57		90
D70E—D80E	11.5	13.75	40	42	54	65	88
D80E—D90E	10.25	13.5	39	41	53		88
D90E—E	10.75	14.5	40	42	54	62	88
E—E11F	11.25	15.5	41	43	55		88
E11F—E22F	12	17	42	44	60	65	88
E22F—E33F	13	19	46	49	63		89
E33F—E44F	14.5	20.5	48	51	69	73	90
E44F—E55F	15.5	22.5	50	53	71		
E55F—E66F	18	27	53	56	74	77	92
E66F—E77F	22	29		62	79		
E77F—E88F	27	33		64	80		
E88F—F	32	37	62	65	82	85	94
F—F5G	35.5	42		66	84		95
F5G—F10G	37	45	63	66	87	92	
F10G—F15G	42	48	66	68	90		98
F15G—F21G	47	50.5	70	74	92		

Spektralbezirk.	Lichtstärke nach Durchgang durch die blauen Gläser in %.						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
F21G—F26G	47	54	71	74	92	94	
F26G—F30G	50	57.5	74	78	93		
F30G—F36G	55	63	75	78	94	95	99
F36G—F42G	57.5	64		78			
F42G—F47G	62	66.5	76	78	96	97	
F47G—F52G	62.5	67.5		79			
F52G—F57G	65.5	69		79			
F57G—F63G	67.5	72	78	80	98		
F63G—F68G	71	73		82			
F68G—F73G	71	73.5		82			
F73G—F79G	72.5	75		83			
F79G—F84G	72.5	75.5		84			
F84G—F89G	74	77.5	85	88			
F89G—F94G				88			
F84G—G	76	84	86	88			
G—G5H				88			
G5H—G11H				88			
G11H—G16H	80	85	86	88			
G16H—G22H				88			
G22H—G27H	80	86					
G27H—G33H				90			
G33H—G38H				90			
G38H—G44H	85	88	88	91			
G44H—G49H				91			
G49H—G55H							
G55H—G61H				92			
G61H—G66H							
G66H—G72H	91.5	97	98	99			

Die in dieser Tabelle verzeichneten Resultate sind in der Curventafel graphisch dargestellt. Auf der horizontalen Axe sind die einzelnen Bezirke des prismatischen Spektrums, auf die grossen Fraunhoferschen Linien bezogen, auf der senkrechten Axe die Lichtschwächung in Procenten der Lichtstärke des reinen Spektrums aufgetragen.

Im Interesse der Uebersichtlichkeitist die Curve der Werthe für das Glas I und III nicht gezeichnet mit Rücksicht darauf, dass dieselbe für das Glas I mit der des Glases II, und für das Glas III


A
a
B
C
D
E
F
G
H
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
k
k'

mit der des Glases IV fast zusammenfällt. Dagegen ist noch eine Curve für die Lichtschwächung eines Rauchglases (s. d. Tabelle S. 207) und eine solche für ein dunkelblaues Kobaltglas, beide nach Messungsresultaten v. Vierordt's eingezeichnet. Die erstere der beiden Curven k′ zeigt die wesentlichen Differenzen in der lichtschwächenden Wirkung von Rauch- und Kobalt-Gläsern. Die letztere k stimmt in ihrem Verlaufe mit der Curve des Glases II. ziemlich überein. In folgender Tabelle sind die Vierordt'schen Resultate wiedergegeben (cf. l. c. p. 87.)

Tabelle 3.

Blaues Glas. (Mittel aus 4 Beobachtungsreihen verschiedener Beleuchtungen).

Spektralbezirk.	Lichtschwächung in %.
A—62	40.0
62—a	65.0
a—22	65.0
22—62	41.0
62—B	29.0
B—22	29.0
22—C	22.0
C—31	22.0
31—78	13.0
78—D	0.8
D—11	0.8
11—60	7.1
60—E	3.5
E—12	3.5
12—50	11.8
50—F	25.4
F—50	53.0
50—75	56.2
75—G	58.9
G—50	65.0
50—65	74.0
65—H	85.0

Aus den Tabellen und der Curventafel ersehen wir für die Wirkung der blauen Gläser auf das Spektrum folgendes:

In dem Bezirk A—a (roth) wird von den schwächsten blauen Gläsern nur sehr wenig, von den mittleren schon grössere

Mengen, von den dunkelblauen relativ sehr viel Licht absorbirt. Entsprechend dem steilen Abfall aller Curven gegen C hin nimmt die absorbirende Wirkung auf die bei B und C gelegenen rothen und orangen Strahlen sehr rasch zu und erreicht, schon in der Nähe von C (orange) sehr stark und dann noch eine kürzere Strecke im Anfange des Gelb (zwischen C und D) etwas zunehmend, im Bezirk C71D—C86D den Höhepunkt (mit Ausnahme des Glases I, eine Unregelmässigkeit, die wohl auf einem Beobachtungsfehler beruhen dürfte, übrigens auch nicht wesentlich ist.) Die Curven steigen nun wieder ein wenig an, die absorbirende Wirkung wird wieder etwas geringer, im allgemeinen um so mehr, je heller das blaue Glas ist, um dann wieder in der Nähe von E im Anfange des Grün noch einmal abzufallen. Hier nähert sich die absorbirende Wirkung wieder der maximalen (bei C71D—C86D) um dann von da allmälig und langsam sich abzuschwächen, entsprechend einer langsamen Erhebung der Curve, so dass sie bei den schwächern Gläsern in der Mitte zwischen F und G fast gleich Null, bei den dunkleren aber, hier noch ziemlich bedeutend, erst nach dem Ende des Spektrums zu allmälig fast ganz verschwindet.

Zur bequemen Vergleichung der Leistungen lichtabsorbirender Medien dient in der Photometrie der sog. Exstinktionscoefficient. (vergl. hierüber d. Vierordt'schen Abhandlungen.) Berechnen resp. lesen wir die Exstinktionscoefficienten in der von Vierordt berechneten Tabelle (l. c. p. 164.) für die Werthe in unserer Tabelle 2. ab, so ersehen wir, dass die Exstinktionscoefficienten der blauen Gläser verschiedener Intensität in den einzelnen Spektralbezirken nicht einfache Multipla oder Bruchtheile von einander sind, dass also die Werthe für die lichtabsorbirende Wirkung der verschiedenen Nüancen des blauen Glases nicht in einem einfachen proportionalen Verhältnisse zu einander stehen. Näher hierauf einzugehen ist hier bei dem rein praktischen Zwecke, den wir verfolgen, nicht der Ort.

Im Allgemeinen werden also von blauen Gläsern gerade die hellsten (blendendsten) Strahlen im Spektrum am meisten absorbirt, am wenigsten durchgelassen. Noch deutlicher wird

uns dieses Verhältniss, wenn wir die absorbirende Wirkung der blauen Gläser auf die einzelnen verschieden lichtstarken Bezirke des Spektrums berechnen, und die durchgelassenen Lichtmengen in Vergleichswerthen ausdrücken.

v. Vierordt hat die Lichtstärke der einzelnen Spektralbezirke gemessen und in Lichteinheiten ausgedrückt (cf. l. c. p. 19). Da wir die lichtschwächende Wirkung der blauen Gläser auf die einzelnen Spektralbezirke kennen, resp. die von den blauen Gläsern durchgelassenen Lichtmengen der einzelnen Spektralbezirke in Procenten der Lichtstärke der entsprechenden Bezirke des reinen Spektrums ausgedrückt haben, so bekommen wir durch eine einfache Multiplikation die Lichtstärke der verschiedenen Bezirke des durch blaues Glas abgeschwächten Spektrums.

Folgende Tabelle gibt in der ersten Columne die einzelnen Spektralbezirke, in der zweiten die Lichtstärke dieser Bezirke des reinen Spektrums (cf. Vierordt l. c. p. 19 und Taf. 2.), in der dritten die Lichtstärke der durch blaues Glas, in der vierten die Lichtstärke des durch ein Rauchglas abgeschwächten Spektralbezirks in Lichteinheinheiten (es sind hier die Messungsresultate v. Vierordt's sowohl für das dunkelblaue Kobalt- als für das Rauchglas für die Berechnung gebraucht. Für die von mir gemessenen Gläser berechnet sich dies ebenso einfach.)

Tabelle 4.

Specktralbezirk.	Lichteinheiten.		
	Reines Spektrum.	Absorptionsspektrum	
		des blauen Glases.	des Rauchglases.
A—11	730	282	606
11—33	2760	1104	2293
33—50	5960	2384	4952
50—75	6340		5268
75—a	7059	4588	5866
a—12	12530	8144	9785
12—40	16530		12909
40—50	17200	7052	13433
50—62	26600	10906	20774

Spektralbezirk.	Lichteinheiten.		
	Reines Spektrum.	Absorptionsspektrum	
		des blauenGlases.	des Rauchglases.
62—90	41600	12064	32489
90—B	53240	15439	41580
B—22	94260	27335	73617
22—66	112500	24750	74508
66—80	141200	31064	93516
80—C	164440	36176	108787
C—10	181800	39996	120406
10—20	284000	62480	
20—35	404500		241729
35—55	561900	73074	335791
55—65	770500	100165	460450
65—75	837000	108810	482279
75—D	875100	7000	504235
D—8	873400	6987	503353
8—27	752100	53400	
27—40	557000	40547	302896
40—46	375800	26681	240360
46—79	359500		
79—E	258000	9030	
E—15	141200	5942	72252
15—26	129900	15328	66469
26—39	117200	13829	58951
39—52	84700	9994	42604
52—63	71000	18034	35713
63—78	36200	9194	17850
78—F	37040	9408	18264
F—19	14100	7473	6658
19—30	12770	6768	5937
30—39	4615	2445	2001
39—50	3740	1982	
50—61	3239	1820	1295
61—69	2378	1336	
69—80	1140		
80—91	1000	589	
91—G	656	386	
G—35	515	334	
35—68	278		
68—90	224	190	
90—H	174	147	

Eine Aufzeichnung der in der Tabelle gegebenen Werthe in Curven würde die Resultate übersichtlich darstellen, doch wurde davon aus äusseren Gründen Abstand genommen. Wir ersehen aus der Tabelle folgendes:

Die Lichtstärke des reinen Petroleumspektrums zeigt in den verschiedenen Bezirken sehr grosse Differenzen. Bei D (gelb) ist die Intensität die grösste. Nach beiden Seiten des Spektrums fällt dieselbe rasch ab und zeigt von F—H (vom Beginn des Blau an) und von a—A (im Roth) nur minimale Werthe, die nur sehr kleine Bruchtheile der Helligkeit bei D darstellen.

Genau entsprechend dem hellsten Bezirke des reinen Spektrums ist die lichtabsorbirende Wirkung des dunkelblauen Kobaltglases eine sehr starke, und die Helligkeit daselbst auf ein Minimum, um beiläufig das Hundertfache herabgesetzt, während in beiden benachbarten Bezirken neben D die Lichtschwächung wesentlich geringer ist. Nach den lichtschwächeren Bezirken hin nach beiden Seiten des Spektrums nimmt dieselbe in ziemlich gleichmässiger Weise allmählich ab. Ganz verschieden hievon ist die lichtabsorbirende Wirkung des Rauchglases. Von A ausgehend und hier nur sehr gering, nimmt sie stetig nach dem andern Ende des Spektrums hin ab; in den hellsten Bezirken bei D wird die Helligkeit auf etwa die Hälfte, in der Mitte zwischen E und F genau auf die Hälfte abgeschwächt.

Der wesentliche Unterschied zwischen der Wirkung des blauen und grauen Glases ist damit gegeben und der Werth des ersteren hiedurch auch ganz zweifellos bezeichnet. Gerade die blendendsten (gelben) Strahlen des Spektrums werden vom blauen Glas am wenigsten durchgelassen, am meisten absorbirt.

Die blaue Brille ist also ein weit wirksamerer Schutz gegen helles Licht als die graue.

Möge diese kurze Mittheilung einen Beitrag zur Lösung der Frage der Anwendung farbiger Brillen in der Augenheilkunde abgeben. Eine Erweiterung dieser Untersuchungen und eine eingehende Erörterung der Verwerthung der gegebenen Resultate behalte ich mir für spätere Mittheilung vor.

Rasche Heilung einer Amaurose mit weisser Verfärbung der Sehnervenpapille.

Von Dr. **Schleich.**

Die Heilkraft des Strychnins gegenüber gewissen Amblyopieen und Amaurosen ist, seit Prof. Nagel durch seine Monographie die allgemeine Aufmerksamkeit mit Nachdruck auf dieselbe gelenkt hat, in immer weiteren Kreisen anerkannt worden und wird heute sehr allgemein in der Praxis verwerthet. Zahlreiche Publicationen bezeugen dies. Dass es noch manchen Zweifler gibt, erklärt sich daraus, dass es wegen der Unzulänglichkeit der diagnostischen Hilfsmittel im einzelnen Falle nicht leicht, ja oft nicht möglich ist, eine sichere Prognose für die Strychninwirkung zu stellen und dass daher die Behandlung nicht selten vergeblich unternommen wird. Wir vermögen nicht immer mit genügender Sicherheit zu beurtheilen, inwieweit der Functionsstörung eine wirkliche Zerstörung der Leitungsbahnen im Sehnerven zu Grunde liegt, denn das ophthalmoskopische Aussehen der Papille und der Centralgefässe kann genau dasselbe sein in unheilbaren Fällen und in Fällen, welche einer bedeutenden Besserung der Function fähig sind; bisweilen kann erst der Curversuch die Entscheidung liefern. Da nun die Zahl abgelaufener hoffnungsloser Fälle gross ist, ein Versuch aber auch im verzweifeltsten Falle keinen Schaden bringt, so kommt man oft in die Lage, die Strychnintherapie fruchtlos anzuwenden oder sich mit sehr bescheidenen Erfolgen begnügen zu müssen. Der Credit des Mittels muss darunter leiden und mancher Arzt, dem der Zufall vielleicht eine grössere Serie ungünstiger Fälle bringt, mag das Vertrauen verlieren, bez. gar nicht erst gewinnen, welches nöthig ist, um aus der Strychnin-

therapie den grossen und ausgedehnten Nutzen zu ziehen, welchen sie zu leisten vermag. In der Natur der hier in Frage kommenden Krankheitsprocesse liegt es ferner, dass selbst ein hochwichtiger Erfolg oft nicht sehr in die Augen springt; denn wenn es gelingt, ein schon weit fortgeschrittenes Sehnervenleiden zu inhibiren, ohne gerade eine auffällige Besserung der Function zu erzielen, so ist es doch meistens möglich, den Causalnexus in Zweifel zu ziehen; das Leiden hätte ja auch spontan still stehen können. Unter solchen Umständen erscheint es nicht überflüssig, Einzelfälle, in welchen besonders günstige und zweifellose Erfolge erzielt worden sind, zu allgemeiner Kenntniss zu bringen. Die detaillirte Schilderung solcher genau beobachteter Fälle wird am ehesten dazu führen, sicherere Anhaltspunkte für die prognostische Beurtheilung der hieher gehörigen Krankheitsformen zu geben.

Während meiner mehrjährigen Thätigkeit als Assistenzarzt hatte ich Gelegenheit, den vielseitigen Nutzen der in unserer Klinik unausgesetzt nach bestimmten Indicationen geübten Strychnintherapie kennen zu lernen, indessen fügte es der Zufall, dass dergleichen eclatante Fälle sehr rascher und vollständiger Heilungen, wie sie Prof. Nagel und nach ihm Andere berichtet haben, mehrere Semester lang nicht vorkamen. Um so mehr musste es mich interessiren einen Fall zu sehen, in welchem innerhalb weniger Tage das Sehvermögen sich von nahezu Null auf eine Höhe hob, die von dem Normalen in allen Qualitäten sich wenig mehr unterschied — und dies trotzdem, dass ein sehr ausgesprochenes Erbleichen des Sehnerven eine bedeutende Besserung der Function nicht wahrscheinlich erscheinen liess. Der Fall war folgender:

Eine 39jährige, in guten Verhältnissen lebende Dame aus Ulm, Frau B., welche sich bis dahin der besten Gesundheit erfreut hatte und über ihre Augen niemals Klage zu führen hatte, erkrankte vor c. 10 Monaten mit heftigem linksseitigem Kopfschmerz. Ueber die Natur des damaligen Leidens ist nichts Sicheres zu ermitteln. Fieber soll nicht bestanden haben, ebensowenig Lähmungserscheinungen, Erbrechen etc., doch war die Kranke wegen sehr heftiger Schmerzen 14 Tage lang bettläge-

rig; der Arzt soll das Leiden als Migräne aufgefasst und mit Chinin behandelt haben. Gleich im Beginne der Erkrankung nahm unter Auftreten von Lichtscheu das Sehvermögen des linken Auges ab und schwand, nachdem die Kopfschmerzen nach Ablauf von 2 Wochen aufgehört hatten, innerhalb der nächsten Monate bis zu völliger Erblindung dieses Auges, welche nun schon seit mehreren Monaten währte. In allem Uebrigen ist der Gesundheitszustand so gut wie früher, nur sehr selten kommen unbedeutende Kopfschmerzen vor.

Als die Patientin sich Herrn Prof. Nagel vorstellte, zeigte das linke, seinem Aeussern nach ganz normale Auge nur geringe Spuren von Lichtempfindung; die helle Lampenflamme, dicht vor das Auge gehalten, wurde nur unsicher wahrgenommen; die Pupille zeigte eine ganz geringe träge Reaction. Der Augenspiegel zeigte die Sehnervenpapille sehr scharf begrenzt, etwas unregelmässig gestaltet, stark weisslich verfärbt — in auffallendem Contraste gegen die normal gefärbte Papille des rechten Auges — die Gefässe nicht auffällig verdünnt, die Adventitien derselben an einzelnen Stellen ein klein wenig getrübt.

Das rechte Auge zeigte in jeder Hinsicht normale Function, S = $^5/_4$, Hm = 0.5, Gesichtsfeld und Farbenwahrnehmung normal.

Bei der vollständigen Integrität des rechten Auges musste eine Erkrankung des linken Opticusstammes nach vorne vom Chiasma angenommen werden; eine abgelaufene retrobulbäre Neuritis wurde durch die sehr spärlichen entzündlichen Producte wahrscheinlich gemacht. Sehnervenatrophie schien nach der gewöhnlichen Auffassung als Folge dieses Processes eingetreten zu sein, und, nach der lange dauernden, fast vollständigen Functionsaufhebung zu urtheilen, bereits einen hohen Grad erreicht zu haben. Allerdings bedeutet nicht jede ausgesprochene weissliche Verfärbung des Sehnerven Atrophie, Zerstörung der Nervenfasern mit oder ohne Ersatz durch Bindegewebe, sondern Infiltration der Nervensubstanz kann, wie Prof. Nagel an früheren Fällen nachgewiesen hat, das bezeichnete Aussehen der Papille bedingen. Auf Grund dessen und

weil die grösseren Gefässe gut erhalten waren, brauchte die Prognose in dem vorliegenden Falle, wenn auch immerhin sehr zweifelhaft, doch nicht hoffnungslos gestellt zu werden. Jedenfalls verlohnte es sich, einen Versuch mit der in dergleichen Fällen zuweilen überraschend erfolgreichen Strychnintherapie zu machen; zum Wenigsten einige Besserung durfte man im günstigen Falle zu erzielen hoffen. Frau B. entschloss sich zu der Cur und dieselbe wurde vierzehn Tage später in Angriff genommen, nachdem die unveränderte Fortdauer des früheren Zustandes durch wiederholte Untersuchung constatirt worden war.

Es wurden täglich 2 Injectionen, Morgens und Abends eine, von je 2 Milligramm Strychninum nitricum gemacht.

In den ersten 4 Tagen, in denen, um die kurze verfügbare Zeit möglichst zu benützen, täglich noch eine Application des constanten Stromes vorgenommen wurde, trat keine merkliche Aenderung ein.

Am 5ten Tage zeigte sich bedeutende Besserung, welche die Patientin schon vor der Untersuchung spontan angab. Die grossen Buchstaben der Snellenschen Tafeln bis Nr. 18 werden in der Nähe erkannt; grosse Farbentafeln ebenfalls, Roth am besten. Mit dem constanten Strom wird ausgesetzt und täglich 2 Injectionen wie bisher gemacht.

5ter Tag. S = $^5/_{60}$. Grosse Farbentafeln werden auf 5 Meter, kleine in der Nähe erkannt, aber noch unsicher.

6—9ter Tag. Langsame weitere Besserung, insbesondere für das Farbensehen und das Gesichtsfeld. Kleine Farbenproben werden sämmtlich auf 3 Meter, grössere auf 5 Meter erkannt. Die Perimetermessung ergibt

	oben	oben-aussen	aussen	unten-aussen	unten	unten-innen	innen	oben-innen
für Weiss	41	46	70	53	64	45	48	42
» Blau	35		50		35		35	

10ter Tag. S = $^5/_{36}$; mit + 6 Jäger 2.

11—14ter Tag. Weitere rasche Besserung. Links S = $^5/_{12}$. Hm 0.5. J. 5 auf 18 Ctm. mit + 6 J. 2. Farbensinn intakt. Sehfeld perimetrisch bestimmt:

	oben	oben-aussen	aussen	unten-aussen	unten	innen-unten	innen	oben-innen
Weiss	43	48	75	55	64	45	50	45
Blau	35		35		35		38	
Roth	18		35		20		28	
Gelb	20		38		31		28	
Grün	15		20		28		20	

Die Pupille reagirt prompt auf Lichteinfall. Ophthalmoskopisch ist keine Veränderung im Aussehen der Papille oder an den Gefässen derselben nachweisbar. Das rechte Auge zeigt keinerlei Veränderung gegen früher.

15ter Tag. Status idem. Die Behandlung wird abgebrochen, da die Patientin genöthigt ist abzureisen.

Brieflicher Nachricht zufolge ist das erzielte Resultat von Dauer gewesen.

Ein Fall von Chloroformintoxikation per stomachum nebst Bemerkungen über das Verhalten der Pupillen in der Chloroformnarkose.

Von Dr. **S. Rembold,**
praktischer Arzt in Leutkirch.

Zwei Dinge sind es, welche die Mittheilung des vorliegenden Falles an weitere Kreise rechtfertigen: einmal der Ausspruch Böhms [1]), wornach für die Wirkungen des Chloroforms vom Magen aus bis jetzt nur über ein spärliches Beobachtungsmaterial zu verfügen ist, zweitens und hauptsächlich der Umstand, dass mir dieser Fall Gelegenheit bot, Beobachtungen über Irisbewegung anzustellen, wie sie das beabsichtigte Experiment nicht besser zu machen gestattet. Zugleich gibt er mir Veranlassung, eine von mir schon vor längerer Zeit angestellte Reihe von Versuchen vorzuführen und meine aus all dem gewonnene Anschauung über die Wirkung des Chloroforms auf die Pupille zu entwickeln [2]).

---

1) Ziemssen's Handbuch XV. p. 139, wo nur 10 Fälle von Chloroformvergiftung vom Magen aus angeführt sind; nur 3 davon hatten einen günstigen Ausgang. Mein Fall wäre somit eine Bereicherung der letzteren Kategorie.

2) Aus Anlass einer von der medicinischen Fakultät zu Tübingen gestellten akademischen Preisfrage machte ich im Winter 1875—76 eine Reihe von Chloroformirungen von Kaninchen. Der erste Theil dieser im April 1876 der Fakultät überreichten und von ihr mit dem Preise gekrönten Arbeit ist unter dem Titel »über Pupillarbewegung« im Frühjahr 1877 als Dissertation gedruckt worden. Ich werde im Folgenden mehrfach darauf recurriren.

Am 2. September d. J. wurde ich in voller Eile zu dem 4jährigen Töchterchen des Schreiners L. gerufen, welches von einer vor circa ¼-Jahr verordneten, zum äusserlichen Gebrauch bestimmten Arznei getrunken hatte. Das Kind hatte gleich darauf Erbrechen bekommen und über Brennen im Munde geklagt, jedoch nur mässig; sonst war nichts Auffallendes in Erscheinung getreten. Da ich mich erinnerte, dass die betreffende Ordination ein Liniment von Chloroform und Bilsenkrautöl gewesen war, so eilte ich mit dem Manne sofort in seine Wohnung wenngleich ich nach seiner Schilderung mich zu der Annahme berechtigt glaubte, dass das Kind nur ein Weniges — nachher stellte es sich heraus, dass das Geschluckte 1½—2 Esslöffel voll gewesen war — von der Substanz bekommen habe und die Sache ohne schlimme Folgen ablaufen werde.

Allein als wir ankamen, vielleicht 5 Minuten nach Entfernung des Vaters, hatte sich die Scene furchtbar geändert, das Kind war, so gab die anwesende Nachbarsfrau an, gleich nach des Vaters Fortgehen plötzlich laut- und bewusstlos umgefallen. Ich fand es todtenbleich, mit etwas cyanotischem Anflug um die Nase, mit bläulichen Lippen, regelmässiger, aber oberflächlicher Respiration, seltenem (50—60 Schläge pro Minute), inäqualem und irregulärem Pulse. Die Bulbi waren beide nach aussen und oben gedreht, die Pupillen eng, auf keinerlei Reiz (Licht, Anrufen etc.) mehr reagirend. Die Empfindung, selbst für tiefste Nadelstiche, war erloschen. Aus dem Munde drang deutlicher Geruch nach Chloroform sowohl, wie nach Bilsenkrautöl, an der Schleimhaut desselben waren nirgends Excoriationen zu entdecken.

Die Diagnose konnte nicht fehlgehen: das Fehlen von Excoriationen an Lippen und Mund, die man allerdings nach Trinken von Cloroform hätte erwarten sollen, erklärt sich durch die innige Mischung mit dem Oele, der charakteristische Geruch hob zudem jeden Zweifel. Das Krankheitsbild war das einer reinen tiefen Chloroformnarkose, wobei die Beschaffenheit des Pulses bereits die drohende Asphyxie anzeigte. Von Hyoscyaminwirkung war Nichts zu bemerken (Pupille eng), wohl nach Lage der Sache auch Nichts zu erwarten. Die Flüssigkeit

befand sich augenscheinlich noch im Magen und konnte demnach von einer Resorption des giftigen Oeles noch keine Rede sein, während das flüchtige Chloroform rasch zur Wirkung gekommen sein musste.

Die dringendste Indication war selbstverständlich schleunigste Entfernung des noch im Magen befindlichen Gi tes, welhes durch das bereits erfolgte Erbrechen offenbar noch nicht vollständig entleert war, und es wurde deshalb versucht, ein Brechpulver beizubringen. Diess misslang jedoch, da beim Einschütten keine Schluckbewegung eintrat, wie denn auch der tief in den Schlund eingeführte Finger weder Schling- noch Würgbewegungen auslöste. Ich ordnete nun kalte Uebergiessungen über Hinterhaupt und Brust, sowie Frottirungen an, um Respiration und Circulation in Thätigkeit zu erhalten, eventuell das Kind zur Besinnung zu bringen, und entfernte mich behufs schleunigster Herbeischaffung einer frischen Apomorphinlösung und des Inductionsapparats.

Als ich 5—7 Minuten später wiederkehrte, war schon die Andeutung einer Wendung zum Guten eingetreten: es waren spontan mehrere Esslöffel voll einer intensiv nach Chloroform riechenden, schleimigen und mit grünlichem Oel gemischten Flüssigkeit erbrochen worden. Das Kind — für den Laien noch in ebenso beängstigender Narkose als vorher — für das kundige Auge war es auf dem Wege zur Rettung: die Lippen waren zwar noch bläulich, aher die Athemzüge tiefer, der Puls wieder frequenter (80), rhythmisch und regulär. Trotz des bereits spontan erfolgten Erbrechens machte ich noch eine Injection mit Apomorphin, um vor jeder weiteren Chloroformresorption sicher zu sein. Schon nach einer Minute kam die Wirkung: der entleerte Schleim roch nur wenig mehr nach Chloroform. So konnte ich das Kind als gerettet ansehen und überliess mich mit Musse der Beobachtung seiner Pupillen.

Zur Charakteristik des nunmehr vorhandenen Narkosestadiums sei bemerkt, dass das Kind für oberflächliche Nadelstiche, für Anrufen, für Anspritzen und ähnliche Manipulationen völlig unempfindlich war, sondern während alldem in ruhigem Schlafe verblieb; bei tiefen Nadelstichen schrie es auf und wehrte sich

mit den Extremitäten, ohne jedoch zur Besinnung zu kommen. Eingeschüttete Flüssigkeit wurde geschluckt. Oeffnete ich nun die Lider, so fand ich die Bulbi nach aussen und oben gedreht, die Pupillen eng (circa 2—2$^1/_2$ mm Durchmesser), im Augenblicke des Lichteinfalls aber (diffuses Tageslicht etwa 3 Fuss vom Fenster entfernt) sich rasch noch etwas mehr (um $^1/_2$—1 mm im Durchmesser) verengend. Rief ich nun das Kind an, so rollten die Bulbi nach innen und unten in die gewöhnliche Stellung, die Pupille erweiterte sich mit mässiger Schnelligkeit bedeutend (auf 4—5 mm Durchmesser), um nach kurzem Verbleiben in dieser Mydriase ebenso allmälig in den Zustand der Contraction zurückzukehren, während dem entsprechend die Bulbi ihre ersterwähnte Stellung wieder einnahmen. Die Dauer dieser ganzen Bewegung nahm 5—8 Minuten in Anspruch, während welcher das Kind keine Spur von Bewusstsein zeigte, sondern ununterbrochen weiter schlief. Genau dasselbe geschah bei Applikation oberflächlicher Nadelstiche an allen möglichen Körperstellen, beim Bespritzen des Gesichts, der Brust, des Hinterhaupts mit kaltem Wasser.

Nun ging ich an tiefere Nadelstiche: sofort schrie das Kind auf und wehrte sich mit den Extremitäten, die Bulbi traten herab, die Pupillen erweiterten sich, aber rascher und bedeutender als zuvor (auf 5—6 mm); aber ebenso rasch wurden die Extremitäten wieder schlaff, die Bulbi traten wieder nach oben und nach 5—8 Sekunden war auch die Pupille im alten Zustande.

Bemerkenswerth ist endlich noch das Verhalten der Pupille während des Erbrechens, das in Folge der Injection noch dreimal auftrat. Sofort mit Beginn der Würgbewegungen erweiterte sich die Pupille (daneben Geradestellung der Bulbi) und blieb während des ganzen Brechakts weit, um mit dessen Aufhören wieder eng zu werden.

Nachdem ich mich von den eben geschilderten Verhältnissen und deren Constanz wiederholt und zur Genüge überzeugt hatte und meine Anwesenheit weiter nicht mehr erforderlich war, verliess ich das Kind. Etwa $^1/_2$ Stunde später, 2 Stunden seit der Vergiftung, erwachte es heiter und fröhlich, ohne von dem

was mit ihm passirt und gemacht worden war, eine Ahnung zu haben.

Im Grossen und Ganzen sind die angeführten Erscheinungen dieselben, wie bei der gewöhnlichen Chloroformnarkose, und können sie ja wohl füglich auch keine andern sein, da für die Wirkungsweise des Chloroforms im Blute der Weg seiner Aufnahme in dasselbe gleichgiltig erscheinen muss. Die Pupillenphänomene stimmen durchaus mit den von Westphal [1]) schon im Jahre 1863 mitgetheilten und seitdem vielfach bestätigten Beobachtungen und ihr Gesammtbild ist genau dasjenige, welches Sander [2]) und neuerdings Raehlmann und Witkowski [3]) für den Schlaf festgestellt haben. Aber gerade eine von den beiden Letztgenannten für den Schlaf als wichtig erkannte Erscheinung — die Reaction der den Ruhezustand darstellenden »engen« Pupille auf Licht — möchte ich auch für die Chloroformwirkung als physiologisch und praktisch wichtig betonen. Die Thatsache, dass in der Chloroformnarkose bei enger Pupille doch noch Reaction auf Licht erfolgt, hat zwar schon 1876 Hirschberg [4]) constatirt, ohne dass ihr aber von ihm oder von anderer Seite Beachtung geschenkt worden wäre. Ich aber glaube auf Grund der vorstehenden Beobachtung aussprechen zu dürfen, es sei in der Chloroformnarkose die erhaltene Reaction der Pupille auf Licht einerseits, auf akustische, sensible, thermische etc. Reize andererseits ein Zeichen, dass mit der Inhalation des Mittels ruhig fortgefahren werden darf; sobald aber die den Ruhezustand darstellende »enge« Pupille bei Oeffnung des Lids auf Lichteinfall nicht mehr enger, auf Anrufen, Kneipen, Stechen u. s. w. nicht mehr weiter wird, so ist der zulässig höchste Grad der Narkose erreicht und das Ausbleiben dieser Reflexerscheinungen gibt die ernste Mahnung, die Inhalation auszusetzen. Kommt die plötzliche Dilatation, so ist das keine Mahnung mehr, die Gefahr droht nicht mehr sie ist schon da; denn diese plötzliche Mydriasis ist ein Zeichen,

---

1) Nach Nothnagel, Arzneimittellehre. Berlin 1870.
2) Berliner klin. Wochenschr. 1876. Nr. 45.
3) Dubois-Reymond's Archiv 1877 u. 1878.
4) Berliner klin. Wochenschr. 1876. Nr. 45.

von bereits eingetretenen Respirations- und Circulationsstörungen, eine Folge der Kohlensäureanhäufung (oder des Sauerstoffmangels) im Blut, welche bekanntlich direkt reizend auf das Dilatationscentrum der Iris einwirkt.

In damit übereinstimmender Weise verliefen bei näherer Betrachtung auch meine Thierversuche, nach welchen es auch noch wahrscheinlich erscheint, dass von den beiden Reflexen der durch den Opticus zum Oculomotorius gehende zuerst ausbleibt. Ich habe zu der oben genannten Zeit eine Reihe von Experimenten an Kaninchen angestellt, wobei ich in scheinbarem Widerspruche zu den am Menschen gemachten Erfahrungen, aber in Uebereinstimmung mit Dogiel [1]) in der Narkose bei diesen Thieren mittlere Erweiterung der Pupille fand [2]). Dass aber hiebei zu der Zeit, wo die Narkose sehr tief war, die Wirkung des Lichts auf die Pupille aufgehört hatte und der Weg Retina — Opticus — Corpus quadrigeminum — Oculomotorius — Sphincter unterbrochen war, konnte zur Evidenz nachgewiesen werden. Es wurden nämlich an den Thieren die Pupillen beider Augen gemessen, das eine im Licht, das andere im Schatten, und während nun der Durchmesser der beschatteten Pupille vor und nach der Narkose, sowie im ersten und letzten Stadium derselben, dem weniger tiefen, stets um 1—3 mm weiter war, als der Diameter der beleuchteten, so waren sie sich im genannten sehr tiefen Stadium der Narkose vollkommen gleich. Das beweist, dass in diesem Stadium der die Pupillendifferenz bedingende Faktor d. h. die Reaction auf Licht ausgeschaltet war.

Zu dieser Zeit aber war die Pupille immer noch mittelweit

---

1) Nach Nothnagel l. c.

2) Diese Erweiterung war verschieden nach der Farbe der Thiere: bei schwarzen, bei denen übrigens überhaupt die Pupille weiter zu sein und viel weniger Spielraum in ihren Bewegungen zu zeigen pflegt, war der Durchmesser der Pupille unter den beschriebenen Umständen durchschnittlich 8—9, selbst 10 mm, bei den weissen 6—7, manchmal bis zu 9 mm, auf der beschatteten Seite um 1—3 mm kleiner. Diese Differenz war durchgehends bei den schwarzen Kaninchen kleiner, als bei den Albinos. Auf die Bedeutung dieser Differenz für die Frage der Opticusfasernkreuzung habe ich schon früher aufmerksam gemacht l. c. S. 78 ff.

(6—9 mm.), weil, wie ich glaube, die Bahn von den peripheren sensibeln Nerven durrch das dilatirende Reflexcentrum [1]) zur Iris noch frei war, und von Seite der fortwährend zum Messen der Pupille auf beide Hornhäute applicirten Zirkel diesem genügend Reiz zuströmte.

Bei denjenigen Kaninchen nun, die ich zu Tode chloroformirte, erweiterte sich die Pupille enorm (auf 10—11 mm. Durchmesser) in dem Momente, wo die Athmung stille stand, eine meist plötzlich eintretende Katastrophe. War diese Erscheinung einmal da, so gelang es mir nicht mehr, das Leben des Thieres zu erhalten. Jedesmal aber, bevor diese Erweiterung eintrat, d. h. kurz (1/2—2 Minuten) vor der tödtlichen Asphyxie verengten sich die Pupillen bedeutend (4—6 mm), eine Erscheinung, auf die ich mir damals keinen Reim zu machen wusste. Jetzt ist mir die Sache klar: es war da nunmehr auch die zweite reflexerregende Macht, die auf dem Wege Peripherie — Hinterstränge — Centrum — Vorderstränge — Sympathicus — Irisgefässe zur Geltung kommt — ausser Function gesetzt und wir hatten die den reinen Ruhezustand darstellende »enge« Pupille. Diese reine Ruhepupille erhielt ich unter den andern Versuchen nach den damals aufgezeichneten Curven nur zweimal; da ich immer vor ihrem Eintreten aufzuhören pflegte. In diesen zwei Fällen wurde bei Beobachtung dieser »Warnungspupille« sofort mit Chloroformirung ausgesetzt und gelang es dadurch, die Thiere am Leben zu erhalten.

Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärung erweist noch der letzte meiner damaligen Versuche, wobei ich einem Kaninchen den Halssympathicus einer Seite durchschnitt und es dann zu Tode chloroformirte. Die über diesen Versuch aufgenommene Curve zeigt, dass während der Chloroformirung die beiden Pupillendurchmesser immer um 1—2 Mm. differirten und zwar so, dass der auf der operirten Seite der kleinere war. Unmittelbar aber vor dem Tode verengte sich auch die Pupille der nicht operirten Seite, so dass 1—1 1/2 Minuten lang Gleichstand war,

---

1) Man vergleiche hierüber die citirte Dissertation S. 47 und namentlich p. 71 ff.

worauf zugleich mit Aufhören des Athmens ebenso diese Pupille sich rasch enorm erweiterte.

Mit diesen Bemerkungen glaube ich das scheinbar abweichende Resultat meiner Thierversuche in Einklang mit den von der Mehrzahl der Beobachter am Menschen constatirten Vorgängen gebracht zu haben. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf eine Kleinigkeit aufmerksam machen, die jedoch der Beachtung nicht unwerth ist. Dürften nicht die abweichenden Angaben, wonach in der Chloroformnarkose Pupillenerweiterung eintreten soll, abgesehen von manchen, aber gewiss nicht so zahlreichen Fällen, wo unreine Präparate die Schuld tragen, damit zusammenhängen, dass die meisten dieser Beobachtungen während mehr weniger grosser, immer aber in das Nervensystem eingreifender Operationen gemacht wurden? Da ist doch eine störende Wirkung seitens des durch die Operation afficirten peripheren Nervensystems durch Rückenmark, Reflexcentrum und Sympathicus mehr als wahrscheinlich, und eine solche auszuschliessen, bei der grossen Empfindlichkeit der Pupille auf solche Reize eine Hauptbedingung.

Zum Schluss halte ich die Bemerkung für gerechtfertigt, dass mich der vorliegende Fall und meine sonstigen, seitdem gemachten Erfahrungen sowohl, wie Alles, was seitdem an Veröffentlichungen über Physiologie und Pathologie der Irisbewegung mir zu Gesicht gekommen ist, in meiner schon im April 1876 ausgesprochenen Auffassung der Pupillarbewegung nur noch mehr bestärkt hat. Wie ich aus einer Bemerkung Witkowski's [1]) ersehe, basirt seine und Raehlmann's Theorie der Pupillenphänomene wesentlich auf demselben Grunde, wie die meinige, nämlich »auf der Zurückführung einiger derselben auf Reflexvorgänge«, nur dass ich aus diesen »einigen« »sehr viele« machen möchte. Namentlich aber muss ich mich vollständig einverstanden erklären mit seiner Bemerkung, dass das Bewusstsein zur Erklärung herbeizuziehen völlig unnöthig ist. Auch die u. A. durch Foa [2]) constatirte Thatsache, dass bei

---

1) Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten IX. 2.

2) La pupille considéré etc. par M. Schiff. Paris 1875. p. 9 ff.

Hirnrindenreizung Pupillarerweiterung auftritt, kann man unbedenklich unter die Rubrik der Reflexerscheinungen bringen: von allen Zuständen aller Organe erhält das Pupillendilatation erzeugende Reflexcentrum eben seine Reize, nicht bloss von den sensibeln Nerven der Haut und vom Acusticus.

Demgemäss glaube ich im Anschlusse an meine Erklärung der Pupillarerscheinungen in Schlaf, Agonie und Tod [1]) dem Verlaufe derselben in der Chloroformnarkose folgende physiologische Analyse unterbreiten zu dürfen: die Enge der Pupillen zur Zeit der allertiefsten Narkose erscheint als deren Ruhezustand, das Reflexcentrum für Contraction sowohl als für Dilatation ist ausser Thätigkeit, sei es nun, dass ihm von der Peripherie und den Organen keine Reize mehr zugeführt werden, oder, was wahrscheinlicher ist, dass es die zugeführten Reize nicht mehr aktiv umzusetzen vermag. Die Narkose in diesem Stadium ist demnach tiefer als der Schlaf, in welchem Reize noch durch beiderlei Reflexcentren zum Ausdruck gelangen [2]).

Verfliegt nun allmälig die Wirkung des Chloroforms oder ist sie überhaupt noch nicht so weit gekommen, so werden die beiden Centren so weit wieder frei, dass rasch und unerwartet eintretende, selbst geringe Reize wieder zum Ausdruck gelangen (Anrufen, plötzliches Oeffnen der Lider etc.), jedoch nur vorübergehend, die durch den gewöhnlichen Zustand der Organe aber fortwährend zugeführten Reize bleiben ohne Wirkung. Starke Reize hingegen scheinen bei längerer Dauer auch anhaltende Wirkung zu haben. Dieses Stadium ist das Bild des reinen tiefen Schlafes.

Wird aber nun in dem erstgeschilderten tiefsten Stadium der Narkose mit der Inhalation fortgefahren, so schreitet die Lähmung der Centren weiter. Die nächstergriffenen sind die für Respiration und Circulation, es tritt ein neuer Faktor, die

---

Foa hat seine Versuche nicht bloss auf die Haut beschränkt, sondern auf Muskeln, Gehirn etc. ausgedehnt und von allen Seiten übereinstimmende Resultate erzielt.

1) l. c. S. 84 ff.

2) Auch das Reflexcentrum für die Schluckbewegung ist in diesem Stadium von der Chloroformwirkung schon mitergriffen.

Veränderung der Blutbewegung und der Blutbeschaffenheit auf, die Kohlensäureanhäufung (oder der Sauerstoffmangel) machen ihre Wirkung auf das Dilatationscentrum geltend, und es erfolgt die rasche hochgradige Erweiterung der Pupille: Bild der Agonie.

Kurze Mittheilungen

1. Ueber den ophthalmoskopischen Befund in myopischen Augen.
2. Ueber die Beziehungen dioptrischer Werthe und der Beträge symmetrischer Convergenzbewegungen nach metrischen Einheiten.

Von Prof. **A. Nagel.**

Die folgenden Zeilen enthalten ein kurzes Referat über zwei kleine Vorträge, welche ich im September d. J. in der ophthalmologischen Section der Badener Naturforscherversammlung gehalten habe. Der vorläufigen Mittheilung über den Augenspiegelbefund bei Myopie wird eine ausführlichere Besprechung in einem der nächsten Hefte folgen, bezüglich des zweiten Gegenstandes kann ich auf eine vollständigere Behandlung in meiner demnächst erscheinenden Bearbeitung der Refractions- und Accommodations-Anomalieen in Graefe und Saemisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde verweisen.

Ueber den ophthalmoskopischen Befund in myopischen Augen. Prof. Nagel führt aus, dass die ophthalmoskopisch sichtbaren Veränderungen, welche in myopischen Augen in der Gegend des Sehnerveneintrittes gefunden werden, vielfach nicht richtig gedeutet werden. Retina und Chorioidea erleiden bei der fortschreitenden Axenverlängerung des Bulbus mit Entwickelung von Myopie häufig auffällige Verschiebungen und Verzerrungen in der Nachbarschaft der Sehnervenpapille, welche mit dem Augenspiegel nachgewiesen werden können. Schnabel's Auffassung, dass die Sichel-

bildung am temporalen Sehnervenrande der Regel nach durch Loslösung und Retraction des Pigmentepithels mit der Stäbchenschicht, sodann der Bestandtheile der Choroidea, bedingt ist, kann der Vortragende nach genauer Durchforschung des ophthalmoskopischen Bildes bestätigen. Dazu stimmt auch die bei Sichelbildung constant nachweisbare Vergrösserung des blinden Fleckes.

Besondere Beachtung verdienen die Sicheln am nasalen Sehnervenrande, die viel häufiger sind, als gewöhnlich angenommen wird. Allerdings sind sie von ganz anderer Beschaffenheit als die temporalen Sicheln, bestehen oft nur in einer wenig auffallenden, nicht scharf begrenzten Entfärbung. Eine Beobachtung, welche E. v. Jaeger schon 1866 publicirt hat, gibt Aufschluss über die Bedeutung dieses Befundes. v. Jaeger constatirte in einem Falle ophthalmoskopisch und anatomisch, dass die Pigmentepithelschicht über einen Theil der Papille vom nasalen Rande her hinübergezogen war. Dieser Befund ist seither als ein ganz ausnahmsweiser betrachtet worden und hat nicht die Würdigung gefunden, welche er verdient. Prof. Nagel hat, nachdem ihm einigemal der analoge Befund in sehr ausgeprägter Weise in hochgradig myopischen Augen begegnet war, seine Aufmerksamkeit auf die geringeren Grade dieser Veränderung gerichtet und hat gefunden, dass dieselben bei gewissen Categorieen myopischer Augen ein ganz gewöhnliches Vorkommniss bilden. Insbesondere in den frühesten Stadien der Myopie werden die leichteren Grade von Herüberziehung der Choroidealgrenze über den nasalen Sehnervenrand häufig beobachtet. Für unsere Vorstellungen von der Entwickelung der Myopie durch Axenverlängerung erhalten wir hiedurch einen wie es scheint nicht unwichtigen Beitrag.

Unter Vorzeigung von Abbildungen werden die ophthalmoskopischen Befunde näher erläutert.

Prof. Nagel macht sodann einige Bemerkungen über die Bezeichnung einerseits dioptrischer Werthe, andrerseits der Beträge von Convergenz- oder Fusionsbewegungen nach metrischen Einheiten.

Für den letzteren Zweck eignet sich der Winkel, um welchen jede Gesichtslinie ihre Richtung ändern muss, um aus der primären Parallelstellung zur Fixation eines geradeaus in der Medianebene im Abstande von 1 Meter gelegenen Punktes zu gelangen. Dieser Winkel wird als Meterwinkel bezeichnet und mittels desselben können, wie die Convergenzbeträge, so auch die Abweichungen von der normalen binocularen Einstellung der Gesichtslinie gemessen werden. Das emmetropische Auge hat bei jeder binocularen Einstellung ebensoviel Meterwinkel Convergenz aufzuwenden als es Meterlinsen Accommodation bedarf, z. B. für ein Object in ¼ Meter Abstand 4 Meterlinsen Accommodation und 4 Meterwinkel Convergenz. Abweichungen von dieser Proportionalität bei Ametropie oder Muskelinsufficienz lassen sich ihrem Betrage nach auf sehr einfache Weise in Meterlinsen resp. Meterwinkeln ausdrücken.

Bezüglich der an manchen Orten noch immer verzögerten Einführung der nach metrischem Masse bezeichneten Gläser in die augenärztliche Praxis sucht N. das auf manchen Seiten bestehende Missverständniss zu beseitigen, als könne man für die Abstände das Metermass adoptiren, die Meterlinse aber als dioptrische Masseinheit verwerfen. Im Gegentheil, eines bedingt nothwendig das andere. Die Brechkraft einer Linse von der Brennweite f wird durch den reciproken Werth $\frac{1}{f}$ ausgedrückt. Wird f in Metern ausgedrückt, so drückt sich $\frac{1}{f}$ eo ipso in Meterlinsen aus, denn für $f = 1$ ist $\frac{1}{f} = \frac{1}{1}$, d. h. gleich der Linse von 1 Meter Brennweite. Es ist ein Irrthum, wenn man glaubt, sich der logischen und mathematischen Nothwendigkeit entziehen zu können. — Es folgen einige Bemerkungen über die praktische Benutzung der Meterlinsengläser.

Druckfehler.

pag. 9 Z. 6 v. unten statt:	welche	lies: einen Abstand welcher.
pag. 17 Z. 4 v. unten statt:	$\frac{1 + z^{**}\varphi_{II}}{1 + z^{**}\varphi_{II}}$	— $\frac{1 + z^{**}\varphi_{I}}{1 + z^{**}\varphi_{II}}$
pag. 19 Z. 1 v. oben statt:	$\frac{\varphi^{*}}{\varphi^{**}}$	— $\frac{\varphi_{I}^{*}}{\varphi_{I}^{**}}$
pag. 19 Z. 6 v. oben statt:	$\frac{\varphi^{**}}{f}$	— $\frac{\varphi_{II}^{**}}{f}$
pag. 25 Z. 3 v. unten statt:	dem Auge	— dem freien Auge.
pag. 37 Z. 3 v. unten statt:	D	— $\mathfrak{D}$
pag. 43 Z. 1 v. oben statt:	$\frac{D\,(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}-\varphi_{II})}{\varphi_{I}\;\mathfrak{R}\;(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$	— $\frac{D\,(\mathfrak{R}-\mathfrak{D})\,(\mathfrak{r}-\varphi_{II})}{\varphi_{I}\;\mathfrak{R}\;(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$
pag. 44 Z. 5 v. unten statt:	$\frac{1}{\mathfrak{D}-\mathfrak{r}}$	— $\frac{1}{\mathfrak{d}-\mathfrak{r}}$
pag. 47 in Formel 44 a) statt:	$\frac{D\mathfrak{r}}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$	— $\frac{D\mathfrak{r}}{\mathfrak{s}(\mathfrak{r}-\mathfrak{d})}$
pag. 109 Z. 19 v. unten statt:	als die	— die.



Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlg. in Tübingen

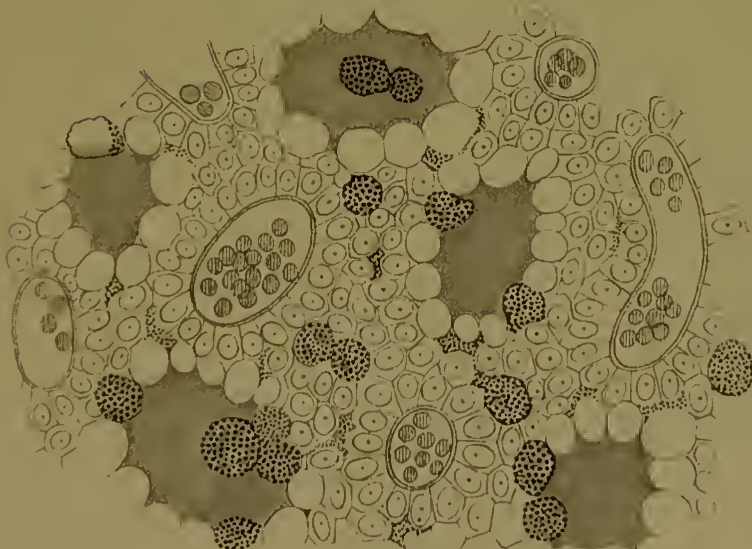
1.



2.



3.



Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlg. in Tübingen.